



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 07 743 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 01 M 4/86
H 01 M 8/02

②1 Aktenzeichen: 102 07 743.6
②2 Anmeldetag: 22. 2. 2002
④3 Offenlegungstag: 22. 5. 2003

DE 102 07 743 A 1

③0 Unionspriorität:
01-333605 31. 10. 2001 JP

⑦1 Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

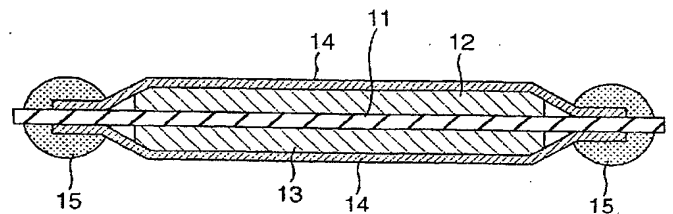
⑦2 Erfinder:
Nishimura, Katsunori, Tokio/Tokyo, JP; Komachiya,
Masahiro, Tokio/Tokyo, JP; Imahashi, Jinichi,
Tokio/Tokyo, JP; Koyama, Tohru, Tokio/Tokyo, JP;
Kamo, Tomoichi, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, Trennwand hierfür sowie Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle und Elektrizitätserzeugungssystem unter Verwendung derselben

⑤7 Durch die Erfindung sind eine Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, eine Trennwand hierfür, eine solche Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle und ein Elektrizitätserzeugungssystem geschaffen, wobei der Aufbau der Elektrode vereinfacht ist, sie über gute Handhabungseigenschaften verfügt, sie genau an eine vorbestimmte Position transportiert werden kann und sie eine Automatisierung eines Herstellprozesses erlaubt. Durch die Erfindung ist eine Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle mit Folgendem geschaffen: einer Festpolymerelektrolyt-Membran (11); an den beiden Seiten derselben ausgebildeten Elektrodenschichten (12, 13); zwei Verstärkungselementen (14), die die jeweilige Außenseite der Elektrodenschichten bedecken; und einem Abdichtelement (15), das, wobei es sich von jeweiligen Endflächen zu jeweiligen Endteilen der Verstärkungselemente erstreckt, die gesamten Umfänge der zwei Verstärkungselemente abdeckt, wobei die Membran, die Elektrodenschichten und die Verstärkungselemente durch das Abdichtelement einstückig ausgebildet sind.



DE 102 07 743 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, eine Trennwand hierfür sowie eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle und ein Elektrizitätserzeugungssystem unter Verwendung derselben.

[0002] Da Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen viele Vorteile aufweisen, einschließlich hoher Ausgangsleistung, langer Lebensdauer, geringer Beeinträchtigung, die durch Start- und Stoppvorgänge hervorgerufen werden, niedriger Betriebstemperatur (ungefähr 70-80°C) und fehlenden Erfordernisses genauer Differenzdruckregelung, wird erwartet, dass derartige Zellen für Anwendungen in vielen Bereichen von Nutzen werden, einschließlich als Energiequelle für Elektrofahrzeug und als verteilte Energiequellen für kommerzielle und private Anwendungen.

[0003] Hinsichtlich einer Festelektrolyt-Membran, wie sie zum Herstellen einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle verwendet wird, ist eine Technik offenbart, bei der ein Dünnschicht aus einem Fluor enthaltenden Festpolymerelektrolyt auf einer Fläche einer gereckten, porösen Polytetrafluorethylen-Folie hergestellt wird, um dadurch für einen Abdichteffekt und einen Effekt thermischer und/oder mechanischer Verstärkung des Elektrolyt-Dünnschichts zu sorgen (JP-A-8-13179). Hinsichtlich der Zellenstruktur ist eine Brennstoffzellenmembran-Elektroden-Baugruppe bekannt, bei der ein Graben zum Hindurchleiten von Gas in eine Gasdiffusions-Elektrodenmembran eingeschnitten ist (JP-A-8-507402). Ferner ist eine Struktur bekannt, bei der, um eine Verschiebung zwischen einer Trennwand und einer Dichtung beim Aufeinanderstapeln zu verhindern, die Dichtung in einen konkaven Teil der Trennwand eingesetzt wird (JP-A-2000-294254).

[0004] Im Allgemeinen besteht eine einzelne Zelle einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle aus einer Membran-Elektroden-Baugruppe mit einer Festpolymer-Elektrolytmembran von einigen 10 µm Dicke mit Leitfähigkeit für Wasserstoffkerne, die auf ihren beiden Seiten mit porösen Elektrodenmembranen versehen ist, die einen Katalysator aus Platin oder Platin-Ruthenium oder einer ähnlichen Legierung tragen, und mit einer Trennwand, die mit einem Gaskanal versehen ist, der einer Elektrode (Anode) Wasserstoff zuführt und der anderen Elektrode (Kathode) Luft (Sauerstoff) zuführt. Abhängig vom Anwendungsfall kann im Zwischenraum zwischen der Elektrodenmembran und der Trennwand eine Gasdiffusionsschicht vorhanden sein, um für Gasdiffusion zu sorgen und es dadurch dem Gas zu ermöglichen, auf der gesamten Fläche der Elektrodenmembran zu reagieren.

[0005] Im Allgemeinen wird bei einem tatsächlichen System in der Praxis ein Zellenstapel verwendet, der dadurch hergestellt wird, dass mehrere derartige Einzelzellen entsprechend der erforderlichen Ausgangsleistung aufeinander gestapelt werden. Da Gas in der Trennwandfläche durchgeleitet wird, ist es wichtig, die Gasdichtungseigenschaften zwischen Trennwänden für lange Zeit aufrechtzuerhalten. Ferner entstehen, da eine große Anzahl und mehrere Arten von Komponenten aufeinander gestapelt werden, einschließlich Festpolymerelektrolyt-Membranen, Trennwänden, Dichtungen und Stromsammelplatten, die Positionierungsgenauigkeit und die Automatisierung des Zusammenbaus, schwerwiegende Probleme. Genauer gesagt, werden Festpolymerelektrolyt-Membranen im Allgemeinen in Form eines dünnen Films mit einer Dicke von 100 µm oder weniger verwendet, um Verluste bei der elektrischen Leistung aufgrund ihres Widerstands herabzudrücken; da ein derartiger Dünnschicht flexibel ist und es schwierig ist, seine Form beizubehalten, sind seine Handhabungseigenschaften

sehr schlecht, was ein Hindernis bei der Automatisierung des Zusammenbaus bildet. Darüber hinaus wird es schwierig, eine Absenkung der Kosten von Herstellungsanlagen, eine Erhöhung der Ausbeute des Erzeugnisses und eine Verkürzung der Zusammenbauzeit zu erzielen, da eine große Anzahl und viele Arten von Komponenten aufeinander gestapelt werden; daher ist es zum Senken der Herstellkosten für eine Brennstoffzelle wesentlich, die Struktur der Zelle zu vereinfachen. Demgemäß wird eine Technologie benötigt, die die Handhabungseigenschaften von Festpolymerelektrolyt-Membranen verbessern kann, um Automatisierung der Herstellschritte, eine Verbesserung der Ausbeute des Erzeugnisses und eine Senkung der Herstellkosten für Zellen zu erzielen.

[0006] Unter den bisher zum Herstellen von Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen verwendeten Komponenten ist z. B. eine Festpolymerelektrolyt-Membran sehr dünn und hinsichtlich der Funktion, ihre Form beizubehalten, sehr schlecht; daher war es beim Zusammenbauen einer Zelle sehr schwierig, diese Komponenten an vorbestimmte Positionen zu transportieren und sie aufzustapeln, ohne dass es zu Schwierigkeiten, wie einem Umschlagen und Faltenbildung, kommt. Ferner war es bei derartigen Komponenten, die hinsichtlich der Handhabungseigenschaften schlecht sind, unmöglich, die Komponente genau an eine vorbestimmte Position zu transportieren, und es war schwierig, eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle zusammenzubauen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, eine Trennwand hierfür sowie eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle und ein Elektrizitätserzeugungssystem zu schaffen, wobei der Aufbau der Elektrode vereinfacht ist, sie über gute Handhabungseigenschaften verfügt, sie genau an eine vorbestimmte Position transportiert werden kann und sie eine Automatisierung des Herstellprozesses ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe ist hinsichtlich der Elektrode durch die Lehre des beigefügten Anspruchs 1, hinsichtlich der Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle durch die Lehre des beigefügten Anspruchs 5, hinsichtlich der Trennwand durch die Lehre des beigefügten Anspruchs 8 und hinsichtlich des Elektrizitätserzeugungssystems durch die Lehre des beigefügten Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhaft Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand jeweiliger abhängiger Ansprüche.

[0009] Eine erfindungsgemäße Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle verfügt über eine Struktur mit vorzugsweise, um ausreichende elektrische Leistung zu erzielen, mehreren in Reihe geschalteten Einzelzellen, wobei eine Einzelzelle eine Grundstruktur mit einer Festpolymerelektrolyt-Membran, die Wasserstoffionen durchlassen kann, auf den beiden Seiten der Membran hergestellten Elektrodenmembranen und Trennwänden, die so angeordnet sind, dass sie die Elektrodenmembranen einbetten, umfasst.

[0010] Andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen besser ersichtlich.

[0011] Fig. 1 ist eine Schnittansicht einer integrierten Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0012] Fig. 2 ist eine Darstellung der Anodenfläche einer Trennwand für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0013] Fig. 3 ist eine Ansicht entsprechend derjenigen der Fig. 2 für eine Einzelzelle.

[0014] Fig. 4 und 5 sind jeweilige Ansichten entsprechend der Ansicht der Fig. 2 mit verschiedenen angebrachten Abdichtelementen.

[0015] Fig. 6 ist eine Darstellung eines Abdichtelements für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0016] Fig. 7 ist eine Schnittansicht eines Brennstoffzellenstapels, der durch Aufstapeln von 30 Einzelzellen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erhalten wurde.

[0017] Fig. 8 ist eine Darstellung, die eine kohlenstoffhaltige Lage für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit einer Aufwölbung in Form eines Teils niedriger Dichte in einem Teil hoher Dichte eines ebenen Rahmens zeigt.

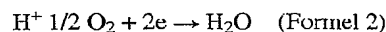
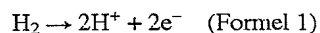
[0018] Fig. 9 ist eine Ansicht der Anodenseite einer Trennwand einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit einer kohlenstoffhaltigen Lage und einer Trennwand.

[0019] Fig. 10 ist eine Ansicht der Anodenseite einer Trennwand für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, auf die eine kohlenstoffhaltige Lage laminiert wurde.

[0020] Fig. 11 ist ein Kurvenbild, das das Ausgangsleistung-Lebensdauer-Testergebnis eines Zellenstapels zeigt, der durch Aufstapeln von 30 Einzelzellen gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erhalten wurde.

[0021] Eine Festpolymerelektrolyt-Membran, die Wasserstoffionen durchlässt, wie oben angegeben, ist im Allgemeinen eine solche aus einem Fluor enthaltenden Polymer, wobei ein Teil der Fluoratome durch Sulfonsäuregruppen ersetzt ist, worauf jedoch keine spezielle Beschränkung besteht, solange es sich um eine Polymermembran mit der Funktion des Durchlassens von Wasserstoffionen handelt. Zum Beispiel handelt es sich um eine Polymermembran mit Polymerketten aus Tetrafluorethylen als Grundeinheit, wobei in der Polymerkette enthaltene Fluoratome durch eingefügte Alkylenketten mit ungefähr 2 bis 5 Kohlenstoffatomen (z. B. $-\text{CF}_2\text{CF}_2-$, $-\text{CF}_2\text{CF}_2(\text{CF}_3)-$ usw.) ersetzt sind, wobei sich an den Enden der Alkylenketten Sulfonsäuregruppen ($-\text{SO}_3\text{H}$) befinden.

[0022] Die hier genannte Elektrodenschicht ist eine Schicht aus einem Elektrokatalysator, Kohlenstoffpulver und einem Bindemittel, wobei der Katalysator Platin oder eine Legierung von Platin mit einer anderen Elementart, z. B. Ruthenium, enthält. Am Elektrokatalysator läuft eine Oxidationsreaktion von Wasserstoff (Formel 1) oder eine Reduktionsreaktion von Sauerstoff (Formel 2) ab. Durch die Oxidation von Wasserstoff erzeugte Wasserstoffionen werden an die Festpolymerelektrolyt-Membran geliefert, und die zugeführten Ionen kombinieren mit Sauerstoff an der Elektrodenschicht der entgegengesetzten Seite, um Wasser zu bilden:



[0023] Da mit diesen Reaktionen die Diffusion von Gas und der Transport von Wasserstoffkernen einhergeht, ist es erforderlich, die Elektrodenschicht und die Festpolymerelektrolyt-Membran dünn zu machen, um einen Spannungsabfall der Brennstoffzelle herabzudrücken, zu dem es durch die Widerstände bei der Massenübertragung kommt. Bei der Erfindung wird daher eine Membran-Elektroden-Baugruppe verwendet, die über eine Festpolymerelektrolyt-Membran und auf den beiden Seiten derselben vorhandene Elektrodenschichten verfügt.

[0024] Bei dieser Erfindung wird eine Elektrode mit neuartiger Struktur verwendet, die über einen Bereich verfügt, in dem die Elektrodenreaktion abläuft, einen Bereich, in dem Wasserstoffionen durchdringen, einen Bereich, der das

Durchdringen von Gas zulässt und das Stromsammelvermögen aufrechterhält, und einen Bereich, der Gas abdichtet. Diese Elektrode wird als integrierte Elektrode bezeichnet. Die gesamte Fläche der Elektrodenschicht der Membran-Elektroden-Baugruppe ist durch ein Verstärkungselement mit der Eigenschaft, das Durchdringen von Gas (Permeabilität für Gase) zuzulassen, und mit der Eigenschaft, bei der Elektrodenreaktion übertragene Elektronen zu transportieren (Elektronenleitfähigkeit) bedeckt, und sie verfügt über bessere mechanische Festigkeit als die Membran-Elektroden-Baugruppe, und der Endteil des Verstärkungselements ist mit einem Abdichtmaterial mit guter Elastizität bedeckt, wodurch eine integrierte Elektrode mit der Membran-Elektroden-Baugruppe und dem Verstärkungselement erhalten wird. Das Abdichtmaterial wirkt als Gasabdichtelement, das im Elektrodenreaktionsbereich in der Trennwandfläche wirkt.

[0025] Das bei der Erfindung verwendbare Abdichtmaterial muss über charakteristische Eigenschaften wie die folgenden verfügen: zufriedenstellende Wasserbeständigkeit, Dampfbeständigkeit, Wärmebeständigkeit, Kriechfestigkeit usw. Es kann z. B. aus Chloroprenkautschuk, Nitrilkautschuk, Silikonkautschuk, Ethylen-Propylen-Kautschuk, Fluorkautschuk, Isobutylenkautschuk, Acrylonitrilkautschuk und Acrylonitril-Butadien-Kautschuk ausgewählt werden. Insbesondere Ethylen-Propylen-Kautschuk, Acrylonitril-Butadien-Kautschuk, der durch Copolymerisierung von Butadien und Acrylonitril erhalten wurde, sowie Acrylonitril-Butadien-Kautschuk, der durch Hydrieren des oben genannten Kautschuks erhalten wurde, verfügen über hervorragende Wasserbeständigkeit, Dampfbeständigkeit und Säurebeständigkeit, und sie sind als Abdichtmaterial bei der Erfindung geeignet. Bei der Erfindung besteht jedoch keine Beschränkung des Abdichtmaterials auf diese Polymermaterialien, sondern es können alle gewünschten Elastomere sein, solange sie über zufriedenstellende Eigenschaften hinsichtlich der Wasserbeständigkeit, der Dampfbeständigkeit, der Wärmebeständigkeit und der Kriechfestigkeit verfügen.

[0026] Die Größe des Verstärkungselements sollte größer als die der Elektrodenschicht und kleiner als die der Festpolymerelektrolyt-Membran sein. Dies ist erforderlich, um einen Kurzschluss der mit den beiden Seiten der Festpolymerelektrolyt-Membran verbundenen Elektrodenschichten miteinander über das Verstärkungselement zu verhindern.

[0027] Die erfindungsgemäße integrierte Elektrode kann zwischen zwei Trennwänden gehalten werden, um eine Einzelzelle zu bilden. Dank einer derartigen Struktur wird es möglich, die integrierte Elektrode aus einer Membran-Elektroden-Baugruppe und einem Verstärkungselement als eine Komponente zu handhaben. Ferner wird es möglich, da Gase leicht das Innere des Verstärkungselements durchdringen können, dass Gase, die die Elektrodenschicht erreicht haben, in dieser reagieren und dass ferner die erzeugte elektrische Energie Elektronen über das Verstärkungselement zur Trennwand transportiert.

[0028] Als Ergebnis der Tatsache, dass die Membran-Elektroden-Baugruppe und das Verstärkungselement integriert sind, kann die Baugruppe die erforderliche Festigkeit erzielen, und gleichzeitig kann die Anzahl der Komponenten gesenkt werden. Bei der Erfindung wird eine Baugruppe aus der oben genannten Elektrodensembran und auf den beiden Seiten derselben ausgebildeten Elektrodenschichten sowie dem Verstärkungselement verwendet, das über höhere mechanische Festigkeit als die Membran-Elektroden-Baugruppe verfügt und die Funktion aufweist, dass es das Eindringen von Gas durchlässt. Durch Anbringen eines Elastomers, wie verschiedener Kautschuke, am Endteil des Verstärkungselements wird es möglich, demselben durch das

Elastomer eine Gasabdicht zu verleihen und die Zellenstruktur zu vereinfachen.

[0029] Das Verstärkungselement kann unter Verwendung einer Kohlefaser, Kohlepulver oder dergleichen erhalten werden. Das im Verstärkungselement vorhandene Hohlraumvolumen liegt vorzugsweise im Bereich von 40-90% in Bezug auf das scheinbare Volumen des Elements, bevor dieses in die Brennstoffzelle eingebaut wird. Dies, da durch Erhöhung des Hohlraumvolumens die Diffusion von Gas im Verstärkungselement erleichtert wird und gute Gaspermeabilität erzielt wird.

[0030] Wenn das Verstärkungselement zwischen zwei Trennwände eingebaut wird, ist es wünschenswert, dass es in gewissem Ausmaß zusammengedrückt werden kann und über eine gewisse Elastizität verfügt, damit Elektronen zwischen der Elektroden-schicht und der Trennwand über dieses Element transportiert werden können. Zum Beispiel liegt die Dicke des Verstärkungselements, wenn es zwischen den Trennwänden gehalten ist, vorzugsweise im Bereich von 30-70% in Bezug auf die Dicke im unkomprimierten Zustand vor seinem Festhalten zwischen den Trennwänden. Der Widerstand des Verstärkungselements pro Einheitsfläche, wenn es zwischen den Trennwänden festgehalten wird, muss so niedrig wie möglich sein; wenn er z. B. 1 m Ω oder weniger pro Einheitsfläche ist, kann der Spannungsabfall bei einem Strom von 1 A auf 1 mV oder weniger abgesenkt werden. In diesem Fall können, da der Spannungsabfall am Verstärkungselement verringert wird, was die Erzeugung Joule'scher Wärme verringert, eine Beeinträchtigung der Katalysatoraktivität und der Ionenleitfähigkeit der Membran verhindert werden, und es können gleichzeitig sowohl hohe Ausgangsleistung als auch lange Lebensdauer der Brennstoffzelle erzielt werden.

[0031] Die Trennwand ist auf einer Seite oder beiden Seiten der ebenen Flächen eines Elements vorhanden, das aus einer ebenen Lage mit Gräben zum Leiten von Gasen (die als Kanäle für Gas und Wasser dienen) verfügt, wobei durch diese Gräben Wasserstoff oder Sauerstoff oder Luft von der Außenseite der Zelle her zugeführt werden. Der konvexe Teil angrenzend an den Kanal wird gegen die Elektroden-schicht gedrückt, wodurch zwischen diesem Teil und der Elektroden-schicht Elektronen übertragen werden können, und die elektrische Leistung kann über eine Stromsammelplatte, die mit der Trennwand in Kontakt steht, nach außen entnommen werden. Um das vom Graben der Trennwand zugeführte Gas zur gesamten Elektroden-schicht zu liefern und um von der gesamten Elektroden-schicht Elektrizität bei niedrigem Widerstand zu erhalten, kann ein Verfahren verwendet werden, bei dem zwischen der Elektroden-schicht und der Trennwand eine poröse Kohlenstoffschicht angebracht wird. Die Kanäle auf den beiden Seiten sind vorzugsweise so vorhanden, dass ihre ebenen Konfigurationen einander genau gegenüberstehen.

[0032] So verfügt die in der Brennstoffzelle verwendete Trennwand über einen Zuführstutzen und einen Abführstutzen zum Zuführen von Gas von außen und zum Abführen von Gas, das in der Elektroden-schicht reagiert hat. Einige Trennwände verfügen über mindestens einen Kanal, der so ausgebildet ist, dass Kühlwasser in der Trennwandfläche durchgeleitet werden kann, und der mit einem Zuführ- und einem Abführstutzen versehen ist, um Kühlwasser von außen zuzuführen oder nach außen abzuführen.

[0033] Durch die Erfindung ist eine Trennwand für eine Festpolymerelektrolyt-Membran mit Folgendem geschaffen: mindestens einem Kanal für Gas und Wasser, der in mindestens einer Fläche eines Elements mit einer ebenen Platte ausgebildet ist; Zuführstutzen für Gas und Wasser, die so vorhanden sind, dass sie mit dem Kanal in Verbindung

stehen und durch das Element verlaufen; und Abführstutzen für das Gas und das Wasser, die so vorhanden sind, dass sie mit dem Kanal in Verbindung stehen und durch das Element verlaufen.

[0034] Vorzugsweise verfügt die Trennwand über ein Abdichtelement an den Außenumfängen des Zuführstutzens und des Abführstutzens. Bevorzugt ist es, dass noch ein weiteres Abdichtelement mit dem eben genannten Abdichtelement verbunden ist, das am Außenumfang des mindestens einen Kanals für Gas und Wasser vorhanden ist.

[0035] Die Trennwand besteht aus einem Material, das durch Druckgießen eines Gemischs erhalten wurde, das Kohlenstoffpulver, wie natürlichen Graphit, künstlichen Graphit, Blägraphit und/oder amorphen Kohlenstoff, und ein Phenolharz enthält, oder eines Gemischs, das durch Sintern des so erhaltenen Gusses bei einer Temperatur von 300-1200°C erhalten wurde, wobei sie in beliebigen gewünschten Formen vorliegen kann, einschließlich einer rechteckigen oder anderen mehreckigen Platte sowie einer scheibenförmigen Platte. Es ist auch möglich, ein Material zu verwenden, das durch Spritzgießen eines Phenolharzes in eine plattenförmige oder scheibenförmige Form erhalten wurde, wobei dann der sich ergebende Guss gesintert und verkohlt wird. Die erfindungsgemäße Trennwand kann auch eine solche sein, die nicht nur aus derartigen kohlenstoffhaltigen Materialien, sondern aus einem metallischen Material, einem nicht metallischen Material, wie einem Harz, und/oder einem Verbundmaterial, das ein Metall und ein Nichtmetall enthält, hergestellt wurde.

[0036] Bei der Erfindung ist an der Fläche der Trennwand ein Abdichtelement mit Elastizität vorhanden, um ein Auslecken von Gas und Wasser vom Umfang der Trennwand und vom Umfang der Zuführstutzen zum Zuführen von Gas und Wasser nach außen hin oder vom Umfang der Abführstutzen zum Abführen von Gas oder Wasser nach außen hin zu verhindern.

[0037] Das Abdichtelement muss über charakteristische Eigenschaften verfügen, zu denen gute Wasserbeständigkeit, Dampfbeständigkeit, Wärmebeständigkeit und Kriechfestigkeit gehören. Bei der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle verwendbare Elastomere können aus den folgenden ausgewählt werden: Chloroprenkautschuk, Nitrilkautschuk, Silikonkautschuk, Ethylen-Propylen-Kautschuk, Fluorkautschuk, Isobutylenkautschuk, Acrylonitrilkautschuk und Acrylonitril-Butadien-Kautschuk ausgewählt werden. Insbesondere Ethylen-Propylen-Kautschuk, Acrylonitril-Butadien-Kautschuk, der durch Copolymerisierung von Butadien und Acrylonitril erhalten wurde, sowie Acrylonitril-Butadien-Kautschuk, der durch Hydrieren des oben genannten Kautschuks erhalten wurde, verfügen über hervorragende Wasserbeständigkeit, Dampfbeständigkeit und Säurebeständigkeit, und sie sind als Abdichtmaterial bei der Erfindung geeignet. Bei der Erfindung besteht jedoch keine Beschränkung des Abdichtmaterials auf diese Polymermaterialien, sondern es können alle gewünschten Elastomere sein, solange sie über zufriedenstellende Eigenschaften hinsichtlich der Wasserbeständigkeit, der Dampfbeständigkeit, der Wärmebeständigkeit und der Kriechfestigkeit verfügen. Der bei der Erfindung verwendete Kautschuk kann dadurch zu einem Abdichtelement vorbestimmter Form verarbeitet werden, dass er durch Erwärmen in einen flüssigen Zustand umgewandelt wird, gefolgt von einem Spritzgießvorgang, jedoch können zum Herstellen eines Abdichtelements bei niedrigeren Temperaturen auch flüssiger Kautschuk, thermoplastischer Kautschuk und dergleichen verwendet werden.

[0038] Der Bereich, in dem in der Trennwandfläche eine elektrochemische Reaktion abläuft, und der Zuführstutzen

oder der Abführstutzen für Gas sind über den Gaskanal verbunden. In diesem Fall ist es erforderlich, bevor das Abdichtelement verarbeitet wird, einen Teil des Kanals mit einer Abdeckkomponente abzudecken und den Teil einzuebnen, in dem das Abdichtelement vorhanden ist. Bei der Ausführungsform wurde eine mit einer Abdeckkomponente abgedeckte Trennwand verwendet.

[0039] Die Abdeckkomponente ist ein plattenförmiger Gegenstand aus Kohlenstoff, Metall oder Harzen, wie Phenolharz und Polyester. Der Ort, an dem die Abdeckkomponente auf die Trennwand aufzubringen ist, ist mit einem Niveauunterschied von ungefähr derselben Tiefe wie der Dicke der Komponente versehen, und die Komponente wird durch einen Kleber, wie ein wärmehärtendes Epoxidharz, mit der Trennwand verbunden.

[0040] Der bei der Erfindung verwendbare Kleber ist vorzugsweise thermoplastisch und verfügt vorzugsweise über eine Härtungstemperatur von 200°C oder weniger. Nachdem die Abdeckkomponente mit der Trennwand verbunden wurde, wird das erfindungsgemäße Abdichtelement auf den oberen Teil der Komponente aufgelegt. Durch ein derartiges einfaches Verfahren wird es einfach, das Abdichtelement an der Trennwandfläche anzubringen, während für einen Gaskanal gesorgt wird.

[0041] Wenn eine ein Abdichtelement tragende erfindungsgemäße Trennwand verwendet wird, wird es möglich, dafür zu sorgen, dass die Reaktionsgase von der Anode und der Kathode durch einen jeweiligen Gaskanal laufen, wie er jeweils an den Seiten der Trennwand vorhanden ist. Im Ergebnis kann die Anzahl der Trennwände verringert werden, und die Zellengröße kann verkleinert werden. Dies, da bei der erfindungsgemäßen Trennwand der Zuführ- und der Abführstutzen für Gase jeweils unabhängig abgedichtet werden können.

[0042] Eine Elektroden-schicht der integrierten Elektrode erzeugt Elektrizität durch Reaktion von in der Trennwandfläche durchströmenden Gasen. Der Bereich, in dem Elektrizität erzeugt wird, wird als Erzeugungsbereich bezeichnet. Relativ zum Erzeugungsbereich ist der durch die integrierte Elektrode gehaltene Abdichtteil eher außen positioniert, und er verhindert, dass Gas aus dem Erzeugungsbereich ausleckt. Es ist auch möglich, das Auslecken von Gas in doppelter Weise dadurch zu verhindern, dass zusätzlich vom durch die integrierte Elektrode gehaltenen Abdichtteil an der integrierten Elektrode angebracht wird. Es ist auch möglich, einen Abdichtteil nur an den Umfangsteilen des Zuführ- und des Abführstutzens für Gas und Kühlwasser anzubringen und die Abdichtteile an der integrierten Elektrode und der Trennwand jeweils unabhängig anzubringen, so dass der Abdichtteil an der Trennwand nur das Auslecken von Gas und Kühlwasser aus dem Zuführstutzen und dem Abführstutzen verhindert.

[0043] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist es möglich, neben polymeren Abdichtmaterialien, wie Ethylen-Propylen-Kautschuk, ein Kohlenstoffpulver, wie Blähgraphit, zu verwenden, das in die Form einer Lage gebracht wurde. Blähgraphit ist elastisch, und durch Steuern eines Pressvorgangs kann in der Fläche der Lage ein Teil hoher Dichte und ein Teil niedriger Dichte erzeugt werden. So wird der Teil niedriger Dichte zusammengedrückt, wenn auf ihn Druck von außen einwirkt, und er zeigt ein bestimmtes Ausmaß einer Wiederherstellkraft, und demgemäß kann eine kohlenstoffhaltige Lage als Elastomer bei der Erfindung verwendet werden.

[0044] Als ein Beispiel der Erfindung wird ein Kohlenstoffbereich niedriger Dichte in Form eines Rings ausgebildet, um den Gaszuführstutzen zu umgeben, und der andere

Teil der Lage wird auf hohe Dichte komprimiert, wobei der Teil niedriger Dichte durch Kompression verformt wird, und dadurch kann das Auslecken von Gas aus dem Gaszuführstutzen verhindert werden. Der Teil niedriger Dichte der kohlenstoffhaltigen Lage wird vorzugsweise mit einer Dichte im Bereich von 1–1,2 g/ccm hergestellt, und der Teil hoher Dichte mit einer Dichte im Bereich von 5 1,8 g/ccm. Die Lage kann auch dadurch hergestellt werden, dass eine Mischzusammensetzung zubereitet wird, die Kohlenstoffteilchen und ein Bindemittel enthält, wobei das Gemisch dann zu einer Lage geformt wird.

[0045] Zu Beispielen von Bindemitteln, die bei der Erfindung verwendbar sind, gehören Ethylen-Propylen-Kautschuk, Silikonkautschuk und Fluorharze, wie Poly(Vinylidenfluorid) und Polytetrafluorethylen. Die so hergestellte kohlenstoffhaltige Lage wird mit einem Epoxidharz mit einer Trennwand verbunden, um eine mit einem Abdichtelement versehene Trennwand herzustellen, und so kann der Herstellprozess vereinfacht werden. Das bei der Erfindung verwendbare Epoxidharz ist ein wärmehärtendes Harz mit einer Härtungstemperatur von vorzugsweise nicht über 200°C.

[0046] Wenn die integrierte Elektrode und die Trennwand gemäß der Erfindung in Kombination verwendet werden, ist es auch möglich, bei der oben angegebenen Trennwand das Abdichtelement im Umfangsteil der Trennwand wegzulassen und ein Abdichtelement nur am Umfang der Zuführstutzen zum Zuführen von Gas und Wasser von außen oder nur am Umfang der Abführstutzen zum Abführen von Gas oder Wasser nach außen anzubringen. So kann ein Auslecken von Gas aus dem Bereich, in dem die Elektrodenreaktion an der Trennwandfläche abläuft, durch das Abdichtelement der integrierten Elektrode verhindert werden.

[0047] Gemäß der Erfindung kann, da das Abdichtelement des Gaszuführstutzens und des Gasabführstutzens an der Trennwand sowie das Abdichtelement mit der Funktion der integrierten Elektrode jeweils unabhängig vorhanden sind, selbst dann, wenn die Position variiert, an der die Elektrodenmembran an der Trennwandfläche platziert ist, eine Gasabdichtung in zufriedenstellender Weise erzielt werden. So sind Einschränkungen hinsichtlich der Positionierungsgenauigkeit für die Elektrodenmembran und die Trennwand gelindert, und demgemäß können, bei der Erfindung, Sensoren, wie sie im Allgemeinen zum Aufstapeln der eine Brennstoffzelle bildenden Komponenten mit hoher Genauigkeit verwendet werden, weggelassen werden, was zum Verbessern der Ausbeute wirkungsvoll ist. Demgemäß wird unter Verwendung eines Roboters oder einer Fördereinrichtung zum Transportieren der integrierten Elektrode und der Trennwand gemäß der Erfindung die Automatisierung des Aufstapelschritts vereinfacht, und es können die Herstellmenge pro Zeiteinheit und die Ausbeute bei der Herstellung von Brennstoffzellen verbessert werden.

[0048] Ferner kann die integrierte Elektrode gemäß der Erfindung mit jeder gewünschten Form hergestellt werden, einschließlich der eines Kreises, einer Ellipse oder eines Rechtecks oder einer Form mit einem Durchgangsloch, so dass es auch möglich ist, für ein Durchgangsloch für eine Schraube zum Befestigen des Gasdurchlassstutzens, des Kühlwasser-Durchlassstutzens und des Stapelteils der Brennstoffzelle, der Elektrodenmembran zugewandt, zu sorgen, wodurch beim Auswählen der Form ein hoher Freiheitsgrad erzielt wird. Da die Abdichtelemente der integrierten Elektrode und der Trennwand gemäß der Erfindung jeweils unabhängig wirken, können die jeweiligen Abdichtelemente mit jeder gewünschten Form hergestellt werden; zum Beispiel kann in der Fläche der Trennwand ein Durchgangsloch für eine Schraube angebracht werden. Wenn die

Trennwand von einer Struktur mit einem Durchgangsloch in ihrer Fläche ist, kann ein Verwinden der Trennwand verhindert werden, da Druck direkt auf die Trennwandfläche wirkt; dadurch wird es einfach, die gesamte Fläche der Trennwand gleichmäßig anzuziehen, und es wird möglich, die Ausgangsleistungsfunktion zu stabilisieren und die Lebensdauer der Brennstoffzelle zu verlängern. Der Endteil des Durchgangslochs kann mit den erfindungsgemäßen Abdichtelementen versehen sein, um dadurch ein Auslecken von Gas zu verhindern.

[0049] Die in der integrierten Elektrode enthaltene Festpolymerelektrolyt-Membran kann sich weiter zur Außenseite als das Abdichtelement erstrecken und mit jeder beliebigen gewünschten Form ausgebildet sein. Die Form übt keinen Einfluss darauf aus, den Effekt der Erfindung zu erzielen. So kann ein Loch mit beliebiger gewünschter Form in den Teil der Festpolymerelektrolyt-Membran gebohrt sein, der in Verlängerung des Abdichtelements vorhanden ist, und ferner kann am Umfang des Lochs ein neues Abdichtelement ausgebildet werden.

[0050] Durch die Erfindung ist eine Lage für die Trennwand einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle mit Folgendem geschaffen: jeweiligen Durchgangslöchern, die an Positionen vorhanden sind, die jeweils einem Zuführstutzen für Gas oder einem solchen für Wasser entsprechen, die so vorhanden sind, dass sie mit mindestens einem Kanal für Gas oder Wasser kommunizieren, der in einem Element mit einer ebenen Platte ausgebildet ist, um durch das Element zu führen, entsprechend einem Abführstutzen für Gas oder Wasser, der so vorhanden ist, dass er mit dem oben genannten Kanal kommuniziert und durch das Element führt; Durchgangsloch-Abdichtteilen, die an den Außenumfängen der oben genannten jeweiligen Durchgangslöcher entsprechenden Positionen vorhanden sind; und Kanalabdichtteilen, die in Verbindung mit den Durchgangsloch-Abdichtteilen an Positionen vorhanden sind, die den Außenumfängen des oben genannten Kanals entsprechen; wobei der dem Kanal entsprechende Teil einen Rahmen aufweist, der zum Durchgangsloch wird, und wobei das Abdichtelement so ausgebildet werden kann, dass es der oben genannten Trennwand entspricht.

[0051] Der oben genannte Rahmen besteht aus Kohlenstoff oder einem Gemisch aus Kohlenstoff oder Harz, und das Abdichtelement wird so pressgeformt, dass es über niedrigere Dichte als andere Teile als der Abdichtteil verfügt. Dies erleichtert den Herstellprozess.

[0052] Die erfindungsgemäße Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle kann über eine Leitungsanordnung, die ein Wasserstoff enthaltendes Brennstoffgas durchlässt, mit einer Wasserstoff erzeugenden oder speichernden Vorrichtung verbunden werden, um für ein sauberes Elektrizitätserzeugungssystem zu sorgen. Die Wasserstoff erzeugende Vorrichtung kann z. B. eine Reformierungsanlage sein, die Kohlenwasserstoffe, wie Erdgas und Methanol, verwendet, oder eine Vorrichtung, die Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser unter Verwendung natürlicher Energie, wie Sonnenlicht und Windenergie, erzeugt. Die Wasserstoff speichernde Vorrichtung kann z. B. eine Wasserstoff-Gasflasche sein, die den durch die oben genannte Wasserstoff erzeugende Vorrichtung erzeugten Wasserstoff speichert, oder eine Wasserstoff speichernde Vorrichtung mit einer Wasserstoff absorbierenden Legierung, die Wasserstoff bei niedrigen Drücken absorbieren kann.

[0053] Ein Elektrizitätserzeugungssystem unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle kann als Energiequelle zum Antreiben verschiedener Anlagen verwendet werden, wie als Energieerzeugungsanlage, wie eine stationäre Energieerzeugungsanlage und

ein tragbarer Generator, als Anlage zur medizinischen Versorgung, wie als Motorrollstuhl und Gehhilfe, und für Elektrofahrzeuge. So kann das Elektrizitätserzeugungssystem für saubere Enderzeugnisse mit hohem Leistungsvermögen sorgen.

BEISPIELE

[0054] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf Beispiele im Einzelnen erläutert, jedoch ist sie nicht hierauf beschränkt.

Beispiel 1

[0055] Die Fig. 1 ist eine Schnittansicht, die ein Beispiel einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen integrierten Elektrode zeigt. Eine Festpolymerelektrolyt-Membran 11 verfügt über ein Polymer mit Sulfonsäuregruppen ($-\text{SO}_3\text{H}$), die dazu dienen, Wasserstoffionen in die Membran zu bewegen. Wasserstoffionen können sich mittels der Sulfonsäuregruppen in der Membran bewegen. Bei diesem Beispiel besteht die verwendete Festpolymerelektrolyt-Membran 11 aus einer Polymermembran mit Polymerketten mit Tetrafluorethylen als Grundeinheit, wobei in der Polymerkette enthaltene Fluoratome durch eingefügte Alkylketten mit vier Kohlenstoffatomen ($-\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-$) ersetzt sind, wobei Sulfonsäuregruppen ($-\text{SO}_3\text{H}$) an den Enden der Alkylketten vorhanden sind. Die Festpolymerelektrolyt-Membran 11 wies beim Beispiel Abmessungen von 110 mm \times 110 mm mit einer Dicke von 20 μm auf.

[0056] Mit den beiden Seiten der Festpolymerelektrolyt-Membran 11 sind Elektrodenschichten 12 und 13 verbunden. Die Elektrodenschichten 12 und 13 wurden dadurch hergestellt, dass kleine Mengen an Festpolymerelektrolyt in ein Pulver eingemischt wurden, das dadurch erhalten wurde, dass winzige Platinteilchen auf der Oberfläche von Kohlenstoffpulver dispergiert wurden, gefolgt von gründlichem Vermischen und anschließendem Auftragen des sich ergebenden Gemischs auf die Festpolymerelektrolyt-Membran mittels eines Rakels, gefolgt von einem Trocknungsvorgang, und die sich ergebenden Elektrodenschichten 12 und 13 wurden durch Heißpressen an der Festpolymerelektrolyt-Membran 11 befestigt. Die Elektrodenschichten 12 und 13 wiesen jeweils Abmessungen von 100 mm \times 100 mm auf.

[0057] Als Verstärkungselement 14 wurde eine poröse Kohlenstofflage (Abmessungen: 105 mm \times 105 mm mit 0,3 mm Dicke) mit Kohlefasern mit einem Durchmesser von 0,1 μm oder weniger verwendet. Auf das Verstärkungselement 14 wurde eine Lösung von Dimethylfuran (DMF) aufgetragen, die kleine Mengen an Festelektrolyt enthielt, die dann die Membran von beiden Seiten hielt, und das Lösungsmittel wurde durch Trocknen entfernt. Die Abmessungen der porösen Kohlenstofflage wurde größer als die der Elektrodenschicht 12 und 13, aber kleiner als die der Festpolymerelektrolyt-Membran 11 gemacht, um das Auftreten von Kurzschlüssen zwischen den Elektrodenschichten 12 und 13 zu vermeiden, die mit den beiden Seiten der Festpolymerelektrolyt-Membran 11 verbunden waren. Es ist darauf zu achten, dass es selbst bei derselben Länge zu keinem Kurzschluss zwischen den Elektrodenschichten kommt. Es ist auch zulässig, eine kürzere Festpolymerelektrolyt-Membran 11 zu verwenden und in den Zwischenraum flüssigen Kautschuk einzufüllen.

[0058] Danach wurden das Verstärkungselement 14 und die Festpolymerelektrolyt-Membran 11 durch Heißpressen miteinander verbunden. Der gesamte Umfang des Endes des Verstärkungselements wurde mit einem Abdichtelement 15 aus flüssigem Ethylen-Propylen-Kautschuk versehen. Der

flüssige Kautschuk wurde als Lösung bereitgestellt, die dadurch hergestellt wurde, dass Ethylen-Propylen-Kautschuk in Xylol gelöst wurde. Obwohl bei diesem Beispiel als Lösungsmittel Xylol verwendet wurde, können abhängig von der Art der Festpolymerelektrolyt-Membran andere organische Lösungsmittel verwendet werden. Die Lösung des Ethylen-Propylen-Kautschuks wurde aufgetragen, während das Ende des Verstärkungselements 14 gegen die Membran gedrückt wurde, und das Lösungsmittel wurde durch Erwärmen im Vakuum auf ungefähr 80°C entfernt, wobei der Ethylen-Propylen-Kautschuk aushärtete. Das Abdichtelement 15 verfügte über eine von seiner Fläche vorstehende Aufwölbung, und es wirkte dadurch als Gasabdichtelement, dass es gegen die Fläche einer später beschriebenen Trennwand gedrückt wurde. Die in der Fig. 1 dargestellte Elektrode wird als integrierte Elektrode A bezeichnet.

Beispiel 2

[0059] Die Fig. 2 ist ein Diagramm, das den Aufbau eines Beispiels einer Trennwand für eine erfindungsgemäße Elektrode zeigt, wobei (a) eine Vorderansicht der Anodenfläche ist, (b) eine Schnittansicht P-Q ist und (c) eine Schnittansicht R-S ist. Für die Trennwand wurde eine Graphitlage verwendet, in deren Fläche, genauer gesagt, im ebenen Teil 26 dieser Trennwand, ein Graben mit einer Grabentiefe von 0,5 mm und einer Dicke von 2 mm als Gaskanal 24 hergestellt wurde, wobei Gas von einem Zuführstutzen 23 mit einem Durchgangsloch in den Kanal in der Trennwandfläche eingeleitet wurde. Wie es aus dem Schnitt R-S in der Fig. 2(c) erkennbar ist, waren fünf Kanäle 24 in Form eines umgekehrten S und vier Rippen 25 abwechselnd angeordnet. Diese Kanäle, die mäandrierend ausgehend vom Gaszuführstutzen 23 verliefen, waren mit einem Gasabfuhrstutzen 27 verbunden. Die Zahl 25 kennzeichnet einen konvexen Teil, der nicht mit Gräben versehen ist und der als Rippe bezeichnet wird. Die Position des ebenen Teils des konvexen Teils 25 ist, wie es im Schnitt R-S der Fig. 2(c) dargestellt ist, um die Dicke einer später beschriebenen Abdeckkomponente niedriger als der Umfangsteil 26 der Trennwand. Dies dient zum Positionieren der später beim Beispiel 3 beschriebenen Abdeckkomponente. Ferner wurde, wie es im Schnitt R-S dargestellt ist, der Teil mit Niveaudifferenz breiter als die Breite der fünf Kanäle 24 gemacht, um es zu ermöglichen, einen Kleber für die Abdeckkomponente aufzutragen. Gräben in einem anderen Schnittbereich als dem Schnitt R-S wurden in derselben Ebene wie der der ebenen Lage ohne Niveaudifferenz ausgebildet.

[0060] Bei diesem Beispiel wurden zwei Arten von Trennwänden angebracht: eine, bei der Kanalgräben auch in der Rückseite mit einer Form ausgebildet wurden, wie sie sich zeigt, wenn der rechte und der linke Teil der Kanalgräben mit der in der Fig. 2 dargestellten Form umgekehrt werden, und eine ohne Gräben in der Rückseite. Obwohl die Letztere über keinen Kanalgraben verfügt, ist sie mit einem Gaszuführstutzen 23 und einem Abfuhrstutzen 27 versehen. Die Erstere wird als Elektrodentrennwand B bezeichnet und die Letztere als Elektrodentrennwand C. Im Fall der Trennwand B erfolgt die Zufuhr von Gas zur Rückseite durch Einleiten des Gases durch den Zuführstutzen 21, das Gas strömt durch den an der Rückseite ausgebildeten Kanal, und es wird am Abfuhrstutzen 28 ausgelassen. Die Zahlen 22 und 29 kennzeichnen einen Zuführstutzen bzw. einen Abfuhrstutzen für Kühlwasser, wobei es sich jeweils um ein Durchgangsloch handelt. Der Kanal für Kühlwasser ist beim Beispiel 5 dargestellt.

[0061] Die Fig. 3 ist eine Draufsicht, die die beim Beispiel 1 erhaltene integrierte Elektrode A mit der Trennwand ge-

mäß der später beschriebenen Fig. 5 in Vereinigung zeigt. Die Trennwand dieses Beispiels hat dieselbe ebene Struktur. Die integrierte Elektrode A ist auf der Innenseite der jeweiligen Zuführstutzen und Abfuhrstutzen für Gas und Kühlwasser angeordnet.

Beispiel 3

[0062] Die Fig. 4 ist ein Aufbaudiagramm, das ein Beispiel der Erfindung zeigt, bei dem ein Abdichtelement mit einer Aufwölbung aus einem elastomeren Material an der in der Fig. 2 dargestellten Trennwand eine Einzelzelle vorhanden ist. In der Figur zeigt (a) die Draufsicht der Anodenfläche, und (b) zeigt den Schnitt R-S (a). Die Trennwand dieses Beispiels ist dieselbe wie die beim Beispiel 2, wobei sie jedoch über ein Abdeckelement 36, Abdichtelemente 31, 32, 33 und 35, die am Zuführstutzen für Anodengas, am Zuführstutzen für Kühlwasser bzw. am Zuführstutzen 21 für Kathodengas vorhanden sind, und Abdichtelemente 37, 38 und 39, die am Abfuhrstutzen für Anodengas, am Abfuhrstutzen für Kühlwasser bzw. am Abfuhrstutzen 28 für Kathodengas vorhanden sind.

[0063] Zunächst wird ein Teil des in der Fig. 2 dargestellten Gaskanals durch das Abdeckelement 36 abgedeckt. Die Fläche der Trennwand, an der das Abdeckelement 36 anzubringen ist, wird, wie es in der Schnittansicht R-S der Fig. 4(b) dargestellt ist, vorab mit einer Niveaudifferenz versehen, um das Abdeckelement 36 so anzubringen, dass es schließlich in derselben Ebene wie die ebene Fläche der Trennwand liegt. Dadurch, dass auf die oben beschriebene Weise dieselbe Ebene erzeugt wird, ist das Abdichtelement 33 eben ausgebildet. Das bei diesem Beispiel verwendete Abdeckelement 36 ist eine Graphitlage mit einer Dicke von 0,2 mm. Auf das Abdichtelement 36 wurde eine winzige Menge eines wärmehärtenden Epoxidharzes so aufgetragen, dass ein Versperren des Grabens des Gaskanals 24 vermieden wird, und das Abdeckelement 36 wurde an der in der Fig. 4 dargestellten Position angebracht.

[0064] Auf diese Weise konnte der Gaskanal vom Gaszuführstutzen zum Elektrodenreaktionsteil abgedeckt werden. So konnte, nachdem die Trennwand hergestellt worden war, durch das einfache Verfahren gemäß der Erfindung in der Trennwandfläche ein ebener Teil ausgebildet werden, ohne dass es erforderlich war, in den Trennwandquerschnitt ein tunnelförmiges Loch einzubohren, um Gas vom Gaszuführstutzen zum Elektrodenreaktionsteil durchzulassen. Ferner konnte durch Auftragen eines Klebers auf den Teil mit verschiedenen Niveaus, wie im Schnitt R-S dargestellt, eine Verarbeitung bewerkstelligt werden, bei der kaum das Problem eines Versperrens des Grabens unter der Abdeckkomponente auftrat, so dass die Ausbeute hoch war.

[0065] Dann wurde ein Stempel für einen Spritzgießvorgang gegen die Elektrodentrennwand gedrückt, und während der Stempel erwärmt wurde, wurde als Abdichtelement ein Abdichtharz eingefüllt. Die bei diesem Beispiel verwendeten Abdichtharze waren von sechs Arten, nämlich ein Silikonkautschuk, ein Ethylen-Propylen-Kautschuk, ein Fluorkautschuk, ein Isobutylenkautschuk, ein Acrylonitril-kautschuk und ein Acrylonitril-Butadien-Kautschuk. Jedes dieser Abdichtharze wurde gesondert in den Stempel gegossen, und die Abdichtelemente 31, 32, 33 und 35 wurden so mit der Trennwandfläche verbunden, dass die Höhe relativ zum ebenen Teil 30 der Trennwand 0,8 mm betrug. Auf diese Weise konnte mittels eines einstufigen Prozesses ein Abdichtelement mit dem Abdichtelement 35 des geraden Teils und den Abdichtelementen 31, 32 und 33 des rechteckigen Teils, die miteinander verbunden waren, auf der Elektrodentrennwand hergestellt werden. An der Rückseite

wurde kein Abdichtelement angebracht, so dass dann, wenn die Trennwände aufeinandergestapelt wurden, wie es in der **Fig. 4** dargestellt ist, ein Abdichtelement durch Druckbonden am ebenen Teil (26 in der **Fig. 2**) der gegenüberstehenden Trennwand befestigt werden konnte. So wurde, hinsichtlich der Trennwand B des Beispiels 2, das Abdichtelement nur auf der Oberfläche angebracht, und hinsichtlich der Trennwand C wurde das Abdichtelement nur auf der mit einem Graben versehenen Fläche angebracht.

Beispiel 4

[0066] Das beim Beispiel 3 verwendete Verstärkungselement wurde dahingehend abgeändert, dass es aus einer Phenolharzlage mit einer Dicke von 0,2 mm bestand. Auf die Abdeckkomponente wurde eine winzige Menge eines wärmehärtenden Epoxidharzes so aufgetragen, dass der Graben des Gaskanals 24 nicht versperrt werden sollte, und die Abdeckkomponente wurde an der in der **Fig. 4** dargestellten Position befestigt. Dann wurde der Stempel für den Spritzgießvorgang so geändert, dass im linearen Teil 35 kein Abdichtelement ausgebildet wurde, abweichend vom Beispiel 3, und dass nur solche Abdichtelemente erzeugt wurden, die die Abdichtelemente 31, 32 und 33 sind, die am Anodengas-Zuführstutzen, am Kühlwasser-Zuführstutzen bzw. am Kathodengas-Zuführstutzen vorhanden sind, sowie Abdichtelemente 37, 38 und 39, die am Anodengas-Abführstutzen, am Kühlwasser-Abführstutzen bzw. am Kathodengas-Abführstutzen vorhanden sind, und entsprechend derselben Prozedur wie beim Beispiel 3 wurde eine Trennwand mit Abdichtelementen hergestellt, nämlich den Abdichtelementen 31, 32 und 33 für den Anodengas-Zuführstutzen, den Kühlwasser-Zuführstutzen bzw. den Kathodengas-Zuführstutzen sowie Abdichtelemente 37, 38 und 39 für den Anodengas-Abführstutzen, den Kühlwasser-Abführstutzen bzw. den Kathodengas-Abführstutzen, die nicht miteinander verbunden waren.

[0067] Die Trennwand dieses Beispiels ist in der **Fig. 5** dargestellt. Die für das Abdichtelement verwendeten Harze waren dieselben wie beim Beispiel 3. So konnten in allen Fällen, bei denen eines der Abdichtharze verwendet wurde, eine Elektroden-trennwand in einem einstufigen Schritt hergestellt werden, die an sechs Stellen über Abdichtelemente verfügte, nämlich die Abdichtelemente 31, 32 und 33 für den Anodengas-Zuführstutzen, den Kühlwasser-Zuführstutzen bzw. den Kathodengas-Zuführstutzen sowie Abdichtelemente 37, 38 und 39 für den Anodengas-Abführstutzen, den Kühlwasser-Abführstutzen bzw. den Kathodengas-Abführstutzen. An der Rückseite wurde kein Abdichtelement angebracht, so dass dann, wenn die in der **Fig. 4** dargestellten Trennwände aufeinandergestapelt wurden, das Abdichtelement durch Druckbonden mit dem ebenen Teil (26 in der **Fig. 2**) der gegenüberstehenden Trennwand verbunden wurde. So wurde, hinsichtlich der Trennwand B des Beispiels 2, das Abdichtelement nur auf der Fläche angebracht, und hinsichtlich der Trennwand C wurde das Abdichtelement nur auf der Fläche mit Graben angebracht. Auch beim vorliegenden Beispiel ist die integrierte Elektrode A so aufgebaut, wie es oben beschrieben ist.

Beispiel 5

[0068] Die **Fig. 6** zeigt den Aufbau einer Trennwand 41 für Kühlwasser, wobei (a) eine Draufsicht zeigt und (b) eine Schnittansicht R-S zeigt. Wie es in der Figur dargestellt ist, ist ein Kanal 45 als flacher Graben ohne Niveaudifferenz außer in demjenigen Teil ausgebildet, der mit einem Verstärkungselement 46 versehen ist. Kühlwasser wird am Zuführ-

stutzen 22 eingeleitet, dann durch den in der Fläche der Trennwand ausgebildeten Kanal 45 geleitet und dann am Abführstutzen 29 ausgelassen. Die Zahl 42 kennzeichnet einen ebenen Teil, der in derselben Ebene wie der ebene Teil des den Kanal 45 umgebenden konvexen Teils 44 liegt. Die Rückseite der Trennwand wurde für Kühlwasser auf dieselbe Weise wie bei der in der **Fig. 2** dargestellten Trennwand für eine Elektrode mit einem Graben versehen. Der ebene Teil 42 der Trennwand wies eine Dicke von 2 mm und eine Grabentiefe von 0,5 mm auf. Ferner wurde, wie es in der Schnittansicht R-S dargestellt ist, ein Teil des Grabens mit einer Niveaudifferenz versehen, um die Abdeckkomponente 46 zum Abdecken des Kühlwasserkanals anzubringen, und der Teil mit Niveaudifferenz und die Abdeckkomponente 46 wurden durch einen wärmehärtenden Epoxidkleber miteinander verbunden.

[0069] Ein Stempel für einen Spritzgießvorgang wurde auf dieselbe Weise wie beim Beispiel 3 gegen die Trennwand für Kühlwasser gedrückt, und es wurden sechs Arten von Abdichtharzen, wie beim Beispiel 3 angegeben, jeweils in ihn eingefüllt, um ein Abdichtelement herzustellen, bei dem das Abdichtelement 35 für den geraden Teil, die Abdichtelemente 31, 32 und 33 für den Zuführstutzen für Anodengas, den Zuführstutzen für Kühlwasser bzw. den Zuführstutzen für Kathodengas und die Abdichtelemente 37, 38 und 39 für den Abführstutzen für Anodengas, den Abführstutzen für Kühlwasser und den Abführstutzen für Kathodengas miteinander verbunden waren. Diese Trennwand für Kühlwasser wird als Trennwand D bezeichnet.

Beispiel 6

[0070] Die **Fig. 7** ist eine Schnittansicht einer Polymer-elektrolyt-Brennstoffzelle gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Auf der mit einem Abdichtelement aus Ethylen-Propylen-Kautschuk, wie beim Beispiel 3 erhalten, vorhandenen Trennwand B oder C wurde die beim Beispiel 1 hergestellte integrierte Elektrode A so angeordnet, dass sich die Trennwand B oder C auf ihren beiden Seiten befand; die sich ergebende Baugruppe wird als Einzelzelle 52 bezeichnet. Einzelzellen wurden so zusammengebaut, dass sich eine jeweilige Trennwand auf einer Seite jeder Einzelzelle befand. Der Trennwand C gegenüberstehend wurde die beim Beispiel 5 hergestellte Trennwand D angebracht, so dass Kühlwasser mit einer Seitenfläche jeder Einzelzelle in Kontakt treten konnte und die Temperatur derselben einstellen konnte. In der Figur sind zwei Trennwände dargestellt, jedoch ist dort nicht dargestellt, dass die integrierte Elektrode A in der Mitte der zwei Trennwände angeordnet ist. Zu den beiden Seiten der Einzelzelle sind Kühlwasserzellen 54 im beim Beispiel 5 angegebenen Teil angeordnet, durch die Kühlwasser fließt. Die Anordnung der integrierten Elektroden A und der Trennwand ist dieselbe, wie sie oben beschrieben ist.

[0071] Ein Stapelkörper 55 wurde dadurch hergestellt, dass 30 derartige Zellen aufeinandergestapelt wurden. Auf die beiden Seiten des Stapelkörpers 55 wurden Stromsammelplatten 53 aus rostfreiem Stahl mit einer Dicke von 5 mm angebracht, und ferner wurde an der Außenseite der Stromsammelplatten eine isolierende Kautschuklage 56 mit einer Dicke von 0,5 mm angebracht, um für elektrische Isolierung zu sorgen. Die sich ergebende Baugruppe wurde von außen unter Verwendung von Endplatten 57 aus rostfreiem Stahl mit einer Dicke von 10 mm und einer oberen und einer unteren, d. h. zwei, Schrauben 58 angezogen, um einen Zellenstapel herzustellen. Die Schraube 58 wies einen Durchmesser von 10 mm auf. Durch die Endplatte 54 wurden in ihren Ecken Schrauben mit einem Durchmesser von 10 mm

geführt, und die zwei Endplatten wurden unter eingefügten Federscheiben 59 mit Muttern 70 angezogen. Beim Anziehen der Schrauben wurde unter Verwendung einer hydraulischen Presse ein Druck von ungefähr 50-100 N/cm² in der Stapelrichtung auf den Stapelkörper ausgeübt, und dann blieb der Stapelkörper für 24 Stunden stehen, um unerwünschte Zwischenräume aus dem Zellenstapel zu entfernen, und dann wurden die Muttern 70 angezogen.

[0072] Die Endplatte 57 ist auf der einen Seite mit jeweils einem Anodengas-Zuführstutzen 71 und einem Kathodengas-Zuführstutzen 72 versehen, und die Endplatte auf der anderen Seite ist mit Abführstutzen 73 bzw. 64 für die jeweiligen Gase versehen. Für Kühlwasser sind ein Zuführstutzen 75 und ein Abführstutzen 76 an den jeweiligen Endplatten angebracht. Diese Zuführstutzen sind so ausgebildet, dass sie Gas bzw. Kühlwasser über Kanäle, die jeweils durch die Stromsammelplatte 53 und den Stapelkörper 55 laufen, den jeweiligen Einzelzellen und den Kühlzellen zuführen.

[0073] Bei diesem Beispiel wurde die effektive Elektrodenfläche, die Elektrizität erzeugen kann, zu 100 cm² ausgewählt. Die Bedingungen der Stromerzeugung sind bei diesem Beispiel die folgenden. Die effektive Elektrodenfläche für die Elektrizitätserzeugung betrug 100 cm². Die Kühlwassertemperatur betrug 70°C und die Zelltemperatur wurde auf 70 ± 2°C geregelt. Bei der Elektrizitätserzeugung dieser Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zelle wurden der Nutzungsfaktor von Wasserstoff an der Anode und derjenige von Sauerstoff an der Kathode zu 70% bzw. 40%, bezogen auf den erzeugten Strom, eingestellt. Die Ausgangsleistung des Zellenstapels dieses Beispiels betrug 1,5 kW bei einem Strom von 100 A bzw. 1,5 kW bei 50 A. Der auf die obige Weise hergestellte Zellenstapel wird als Zellenstapel E bezeichnet.

[0074] Dann wurden Zellenstapel mit 30 Zellen entsprechend denselben Prozeduren und unter Verwendung derselben Komponenten wie beim Beispiel 6 hergestellt, jedoch unter Verwendung der Trennwände B und C des Beispiels 5, die mit einem Abdichtelement aus Ethylen-Propylen-Kautschuk versehen waren, und mit der Trennwand D des Beispiels 6, die ebenfalls mit einem Abdichtelement aus Ethylen-Propylen-Kautschuk versehen war. Die Kühlwassertemperatur wurde auf 70°C eingestellt. Die Ausgangsleistung des Zellenstapels dieses Beispiels betrug 1,5 kW bei einem Strom von 100 A bzw. 1 kW bei 50 A. Demgemäß ist es ersichtlich, dass dieselbe Ausgangsleistung selbst dann erzielt werden kann, wenn die Form des Abdichtungselements der Trennwände B und C des Beispiels 3 so wie beim Beispiel 5 abgeändert wird.

Beispiel 7

[0075] Die Fig. 8 ist eine Draufsicht, die die Graphitlage gemäß der Erfindung zeigt. Eine Lage von 0,5 mm Dicke wurde durch Einmischen von Ethylen-Propylen-Kautschuk in Graphitpulver und durch Einfüllen des Gemischs in eine Form, gefolgt von einem Pressvorgang, hergestellt. Die Form wurde mit einem Graben für einen Niederdruckteil versehen, so dass im mit 61 gekennzeichneten Teil der beim Pressen ausgeübte Druck abgesenkt werden kann und sich demgemäß eine Aufwölbung bildet, wohingegen im mit 62 gekennzeichneten Teil ein höherer Druck ausgeübt werden kann, wodurch sich ein ebener Teil bildet. Die Herstellung der Lage wurde so kontrolliert, dass im Teil 61 eine mittlere Dichte von 1,0-1,2 g/ccm erzielt wurde, dagegen im Teil 62 eine mittlere Dichte von 1,6-1,8 g/ccm. Danach wurden in einem mit 66 gekennzeichneten Teil mit einer Stanze ein Raum ausgespart, um den Anodengas-Zuführstutzen 65, den Anodengas-Abführstutzen 67, den Kathodengas-Zuführ-

stutzen 63, den Kathodengas-Abführstutzen 69, den Kühlwasser-Zuführstutzen 64, den Kühlwasser-Abführstutzen 68 und die integrierte Elektrode anzubringen. Das so erhaltene Erzeugnis wird als Abdichtelement F1 bezeichnet.

[0076] Gesondert hiervon wurde Blähgraphitpulver als solches pressgeformt, um eine Lage aus Blähgraphit mit denselben Abmessungen wie denen der oben genannten Graphitlage zu erhalten.

[0077] Die Lage wurde so hergestellt, dass sie eine mittlere Dichte von 1,8 g/ccm aufwies, wobei das Abdichtelement 61 eine Dichte von 1,0 g/ccm aufwies und eine Aufwölbung bildete, während andere Teile eben waren. Die Lage mit Blähgraphit wird als Abdichtelement F2 bezeichnet.

[0078] Für dieses Beispiel ist die Trennwand vor dem Anbringen des Abdichtelements an ihr in der Fig. 9 dargestellt, und die Trennwand nach dem Verbindungsvorgang ist in der Fig. 10 dargestellt. Die Trennwand vor dem Verbindungsvorgang wurde so hergestellt, dass der ebene Teil des Rippenanteils im Schnitt R-S dieselbe Höhe wie der ebene Teil 26 der Trennwand aufwies. Unter Verwendung von Epoxidharz als wärmehärtendem Kleber wurde das Abdichtelement F1 nur auf die Oberfläche der Trennwand aufgeklebt, deren beide Flächen mit Gräben versehen waren, um die in der Fig. 10 dargestellte Trennwand mit Abdichtelement herzustellen. Die Zahl 81 kennzeichnet eine das Substrat bildende Trennwand, und die Zahl 62 kennzeichnet das in der Fig. 8 dargestellte Abdichtelement. Bei einer Trennwand, die auf der obigen Fläche mit Graben versehen war, wurde ebenfalls ein Abdichtelement F1 nur auf diese Fläche geklebt. Diese Trennwände werden als Trennwand G1 bzw. Trennwand H1 bezeichnet.

[0079] Auf dieselbe Weise wurden eine Trennwand G2 und eine Trennwand H2 dadurch hergestellt, dass das Abdichtelement F2 gemäß demselben Prozess aufgebracht wurde.

[0080] Dann wurde auch die in der Fig. 4 dargestellte Trennwand für Kühlwasser mit dem Abdichtelement F dieses Beispiels verbunden. Diese wird als Trennwand J bezeichnet.

[0081] Beim Herstellen einer Brennstoffzelle durch Kombinieren einer Trennwand mit der integrierten Elektrode des Beispiels 1 ist es auch möglich, nur das in der Fig. 8 dargestellte rechteckige Abdeckelement zu verwenden und das in der Fig. 61 dargestellte gerade Abdeckelement wegzulassen. Dies, da die integrierte Elektrode des Beispiels 1 bereits über ein Abdichtelement verfügt, so dass ein Auslecken von Gas im Elektrodenreaktionsbereich (dem dem Teil 66 in der Fig. 7 gegenüberstehenden Trennwandteil) verhindert werden kann.

Beispiel 8

[0082] Es wurde ein Zellenstapel mit 30 aufeinandergestapelten Einzelzellen mit derselben Struktur wie beim Beispiel 6 unter Verwendung der beim Beispiel 7 hergestellten Trennwände G1, H1 und J sowie der integrierten Elektrode A gemäß dem Beispiel 1 hergestellt. Die effektive Elektrodenfläche, mit der Elektrizität erzeugt werden konnte, wurde wie beim Beispiel 5 zu 100 cm² ausgewählt. Es wurden Ausgangsleistungen von 1,5 kW bei 100 A bzw. 1 kW bei 50 A erzielt. Der auf die obige Weise hergestellte Zellenstapel wird als Zellenstapel K1 bezeichnet.

[0083] Es wurde ein Zellenstapel mit 30 aufeinandergestapelten Einzelzellen mit derselben Struktur wie beim Beispiel 5 unter Verwendung der beim Beispiel 7 hergestellten Trennwände G2, H2 und J sowie der integrierten Elektrode A gemäß dem Beispiel 1 hergestellt. Die effektive Elektro-

denfläche, mit der Elektrizität erzeugt werden konnte, wurde wie beim Beispiel 5 zu 100 cm² ausgewählt. Es wurden Ausgangsleistungen von 1,5 kW bei 100 A bzw. 1 kW bei 50 A erzielt. Der auf die obige Weise hergestellte Zellenstapel wird als Zellenstapel K2 bezeichnet.

[0084] Der Zellenstapel dieses Beispiels kann ein Elektrizitätserzeugungssystem bilden, das zur privaten Energieversorgung verwendet werden kann, wenn Erdgas als Brennstoff verwendet wird, dem Wasserstoff über eine angeschlossene Reformierungsanlage entnommen wird, wobei dann der Wasserstoff als Brennstoff verwendet wird. Außerdem kann vom Zellenstapel erzeugtes warmes Wasser von 60 bis 70°C zur privaten Warmwasserversorgung verwendet werden.

Beispiel 9

[0085] Die Fig. 11 zeigt die Ergebnisse von Tests zur kontinuierlichen Energieerzeugung bei 50 A, wie sie mit gemäß den Beispielen 6 und 8 hergestellten Zellenstapeln E, K1 und K2 ausgeführt wurden. Die Kühlwassertemperatur wurde auf 70°C eingestellt. In der Figur zeigen die Daten für K1 und K2 genau dasselbe Verhalten, so dass die Daten einander überlappen. In allen Fällen von Zellenstapeln blieb die Ausgangsleistung des Zellenstapels selbst nach 5000 Stunden kontinuierlichen Betriebs auf 9,9 kW, so dass sich gute Lebensdauereigenschaften zeigten. Auch kann mit der Erfindung ein Elektrizitätserzeugungssystem, das dem oben beschriebenen ähnlich ist, erhalten werden.

[0086] Vom Fachmann ist zu beachten, dass die vorstehende Beschreibung für Ausführungsformen der Erfindung erfolgte und dass daran verschiedene Änderungen und Modifizierungen vorgenommen werden können, ohne vom Grundgedanken der Erfindung und dem Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche abzuweichen.

[0087] Eine integrierte Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß der Erfindung mit einer Festpolymerelektrolyt-Membran, einer Elektrodenschicht, einem Verstärkungselement und einem Abdichtelement ermöglicht es, die Elektrode als eine Komponente zu handhaben, wodurch diese Komponente beim Zellenzusammenbau leicht transportiert und genau positioniert werden kann. Außerdem ist eine Verringerung der Anzahl der Komponenten erzielt, und ferner kann ein Zellenstapel mit guten Strom-Spannung-Eigenschaften und guter Lebensdauer erzielt werden. Darüber hinaus sind, da die integrierte Elektrode und die Trennwand jeweils mit einem Abdichtelement versehen sind, Bedingungen hinsichtlich der Positionierungsgenauigkeit für die integrierte Elektrode und die Trennwand gelindert, wodurch eine Automatisierung von Zusammenbausritten erzielt werden kann, wodurch sich die Ausbeute verbessert und die Produktivität für das Erzeugnis erhöht.

[0088] Die Lage des Verstärkungselements kann eine solche aus porösem Kohlenstoff, Filz oder Filmpapier sein.

Patentansprüche

1. Elektrode für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, mit: einer Festpolymerelektrolyt-Membran (11); an den beiden Seiten derselben ausgebildeten Elektrodenschichten (12, 13); zwei Verstärkungselementen (14), die die jeweilige Außenseite der Elektrodenschichten bedecken; und einem Abdichtelement (15), das, wobei es sich von jeweiligen Endflächen zu jeweiligen Endteilen der Verstärkungselemente erstreckt, die zwei Verstärkungselemente abdeckt, wobei die Membran, die Elektrodenschichten und die Verstärkungselemente durch das Abdichtelement einstückig ausgebil-

det sind.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenschicht (12, 13) über einen Polymerelektrolyt und an der Oberfläche von Kohlenstoffteilchen ausgebildete Katalysatorteilchen verfügt und das Verstärkungselement (14) eine Lage mit Gaspermeabilität und elektronischer Leitfähigkeit aufweist.

3. Elektrode nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage eine solche aus porösem Kohlenstoff, Filz oder Filmpapier ist.

4. Elektrode nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abdichtelement mindestens ein Material enthält, das aus der aus Folgendem bestehenden Gruppe ausgewählt ist: Chloroprenkautschuk, Nitrilkautschuk, Silikonkautschuk, Ethylen-Propylen-Kautschuk, Fluorkautschuk, Isobutylenkautschuk, Acrylonitrilkautschuk und Acrylonitril-Butadien-Kautschuk.

5. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Elektrode nach einem der vorstehenden Ansprüche und eine anodenseitige und eine kathodenseitige Trennwand aufweist, die zu beiden Seiten der Elektrode angeordnet sind.

6. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Trennwand zu Füllzwecken außerhalb der anodenseitigen und/oder kathodenseitigen Trennwand angebracht ist.

7. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle mit einem Stapelkörper, der durch aufeinanderfolgendes Aufstapeln einer oder mehrerer der folgenden Einheiten erhalten wurde: einer Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4; einer anodenseitigen und einer kathodenseitigen Trennwand, die auf den beiden Seiten der Elektrode angeordnet sind; und mindestens einer Trennwand zu Kühlzwecken, die auf der Außenseite mindestens einer der eben genannten Trennwände angeordnet ist; wobei die beiden Enden des Stapelkörpers durch die anodenseitige und die kathodenseitige Trennwand oder die Trennwand zu Kühlzwecken gebildet sind und die Brennstoffzelle ferner Folgendes aufweist: Stromsammelplatten (53), die an den jeweiligen Außenseiten der endseitigen Trennwände angebracht sind; Endplatten (57), die an den jeweiligen Außenseiten der Stromsammelplatten angebracht sind; und Befestigungselemente (58, 70), die den Stapelkörper und die Stromsammelplatten über die Endplatten als Einheit zusammenfassen.

8. Trennwand für eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, mit: mindestens einem Kanal für Gas und Wasser, der in mindestens einer Fläche eines Elements mit einer ebenen Platte ausgebildet ist; Zuführstützen für Gas und Wasser, die so vorhanden sind, dass sie mit dem Kanal in Verbindung stehen und durch das Element verlaufen; und Abführstützen für das Gas und das Wasser, die so vorhanden sind, dass sie mit dem Kanal in Verbindung stehen und durch das Element verlaufen.

9. Trennwand nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch ein Abdichtelement an den Außenumfängen des Zuführstützens und des Abführstützens.

10. Trennwand nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch ein weiteres Abdichtelement an den Außenumfängen der Kanäle, das mit dem Abdichtelement an den Außenumfängen des Zuführstützens und des Abführstützens verbunden ist.

11. Trennwand nach einem der Ansprüche 8-10, dadurch gekennzeichnet, dass das Abdichtelement min-

destens ein Material enthält, das aus der aus Folgendem bestehenden Gruppe ausgewählt ist: Chloroprenkautschuk, Nitrilkautschuk, Siliconkautschuk, Äthylen-Propylen-Kautschuk, Fluorkautschuk, Isobutylenkautschuk, Acrylonitrilkautschuk und Acrylonitril-Butadien-Kautschuk. 5

12. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle mit einer Elektrode nach einem der Ansprüche 1-4 und die Elektrode einbettenden Trennwänden gemäß einem der Ansprüche 8-11. 10

13. Elektrizitätserzeugungssystem mit: einer Vorrichtung zum Lagern oder Erzeugen von Wasserstoff, die ein Wasserstoff enthaltendes Gas aus einem Kohlenwasserstoff-Brennstoff erzeugt; und einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, wobei die Vorrichtung und die Brennstoffzelle durch eine Leitungsanordnung verbunden sind, die das Wasserstoff enthaltende Gas oder den Wasserstoff leitet, und wobei das Elektrizitätserzeugungssystem Elektrizität durch die Wirkung des aus der Vorrichtung zugeführten Wasserstoff enthaltenden Gases oder des Wasserstoffs erzeugt und die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle eine solche gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7 oder 12 ist. 20

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

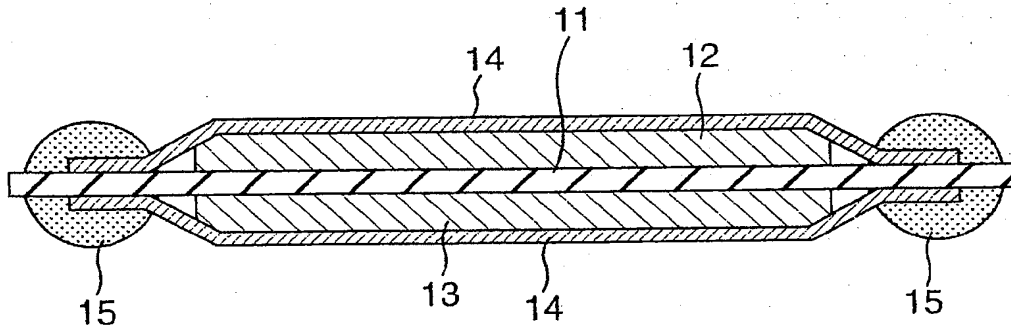


FIG. 2A

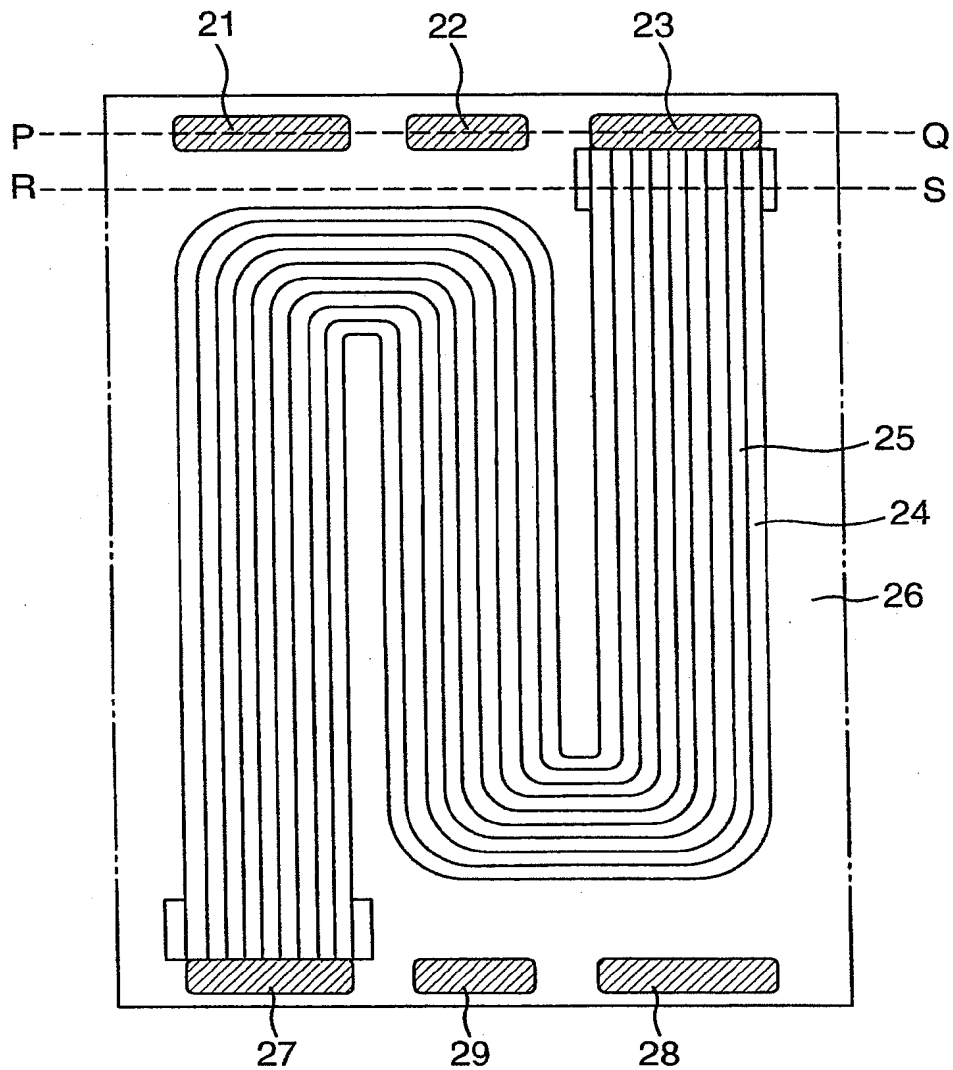


FIG. 2B

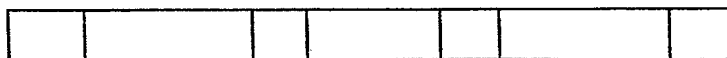


FIG. 2C

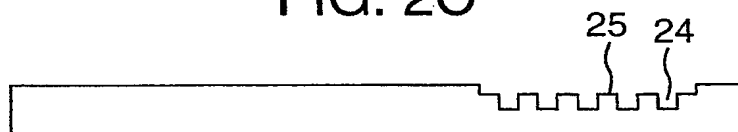


FIG. 3A

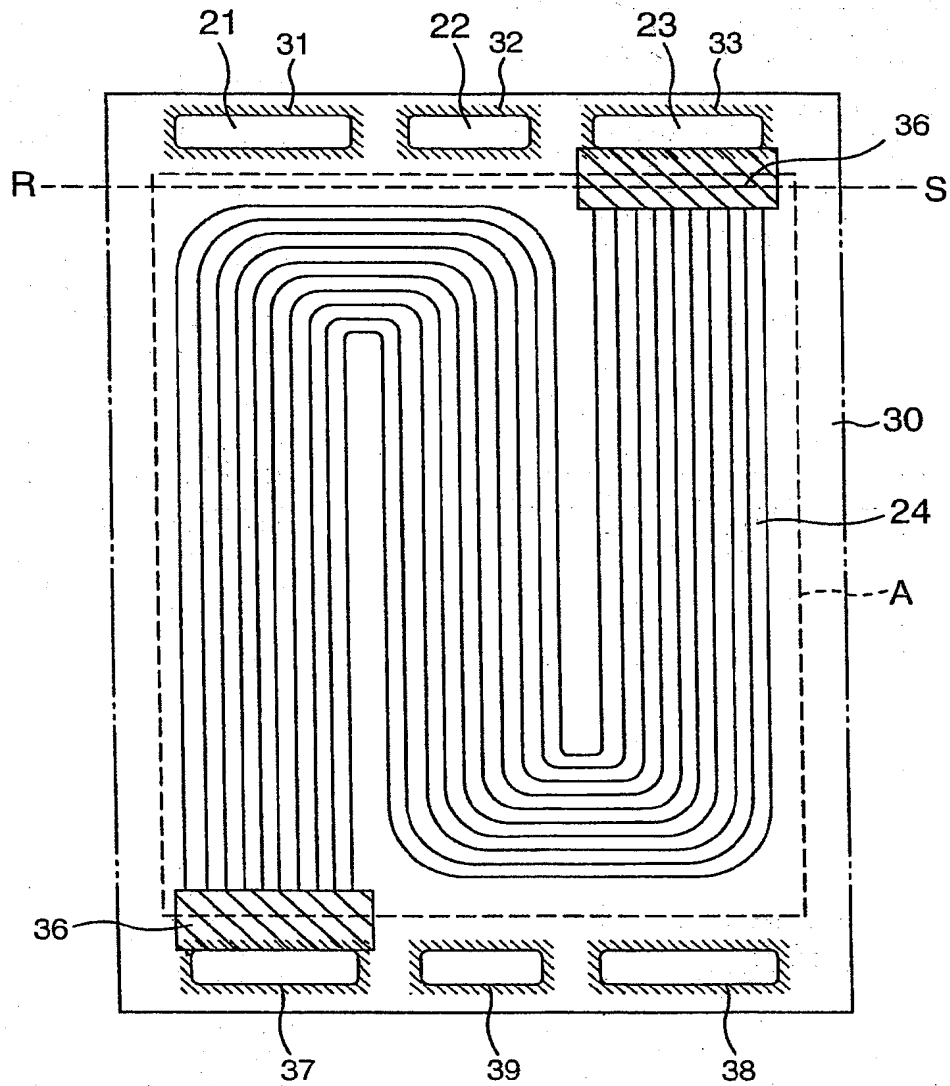


FIG. 3B

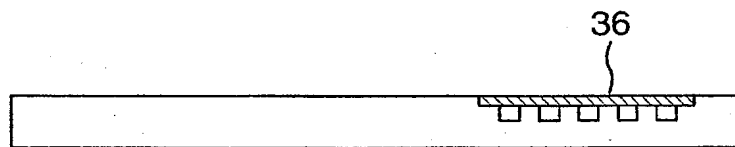


FIG. 4A

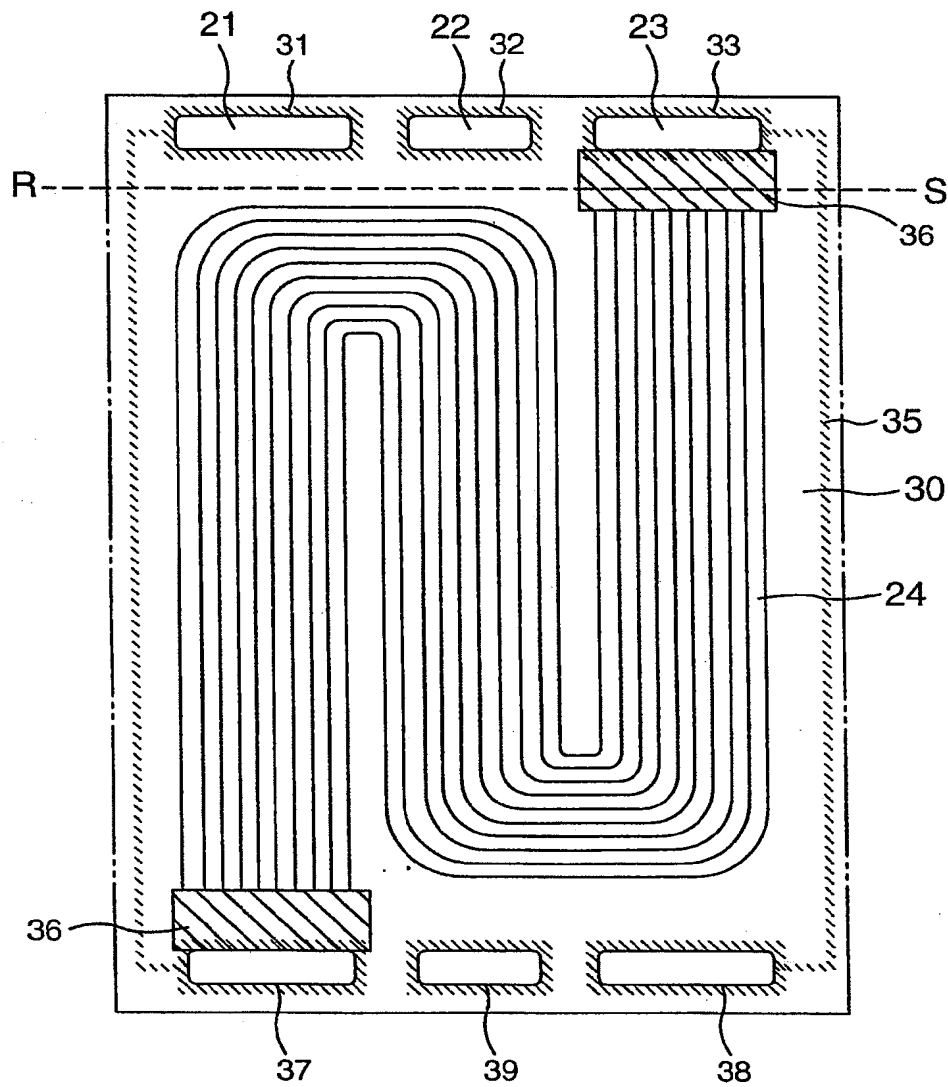


FIG. 4B

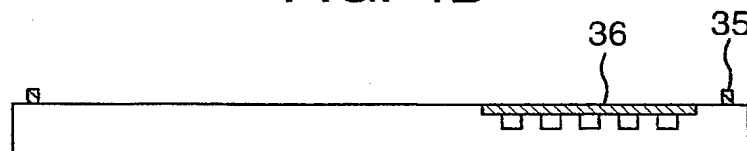


FIG. 5A

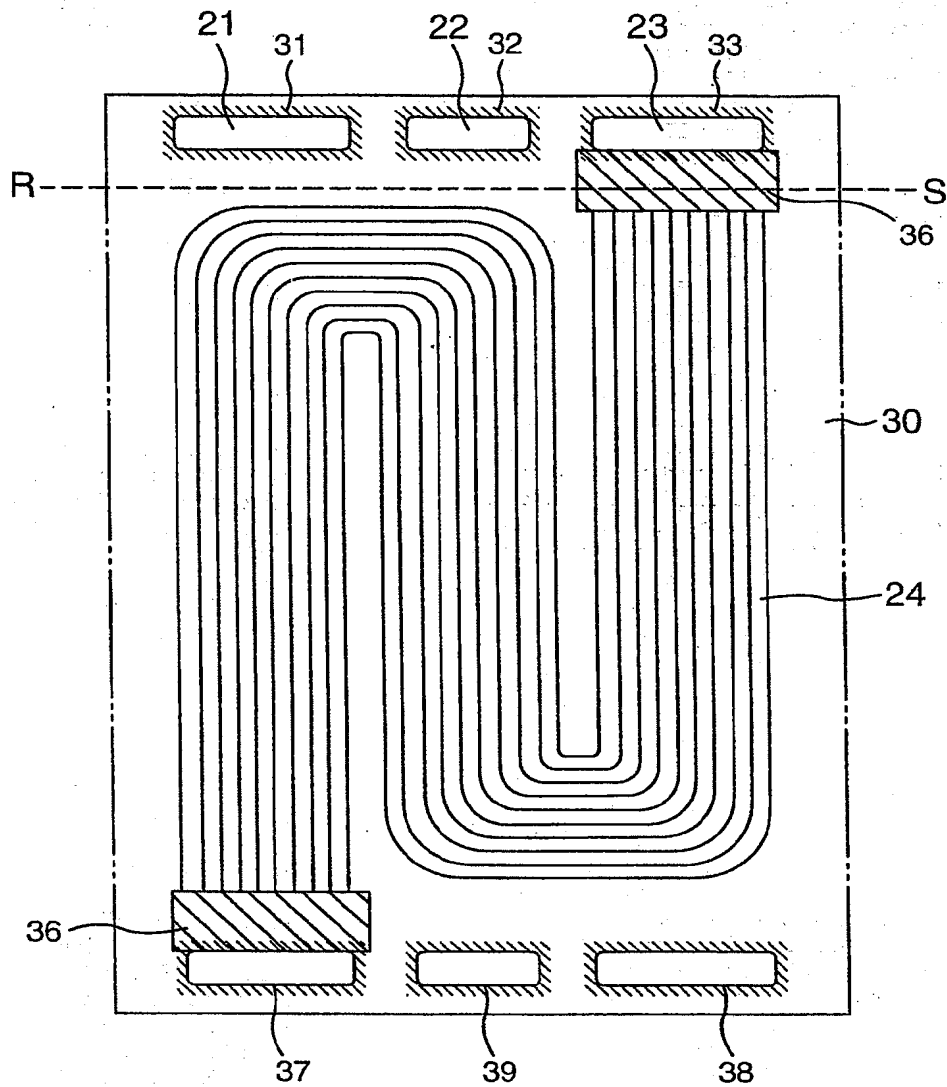


FIG. 5B

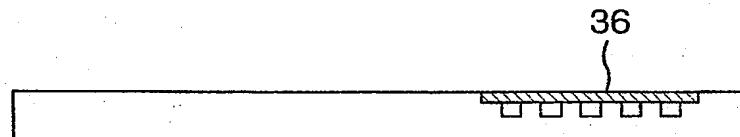


FIG. 6A

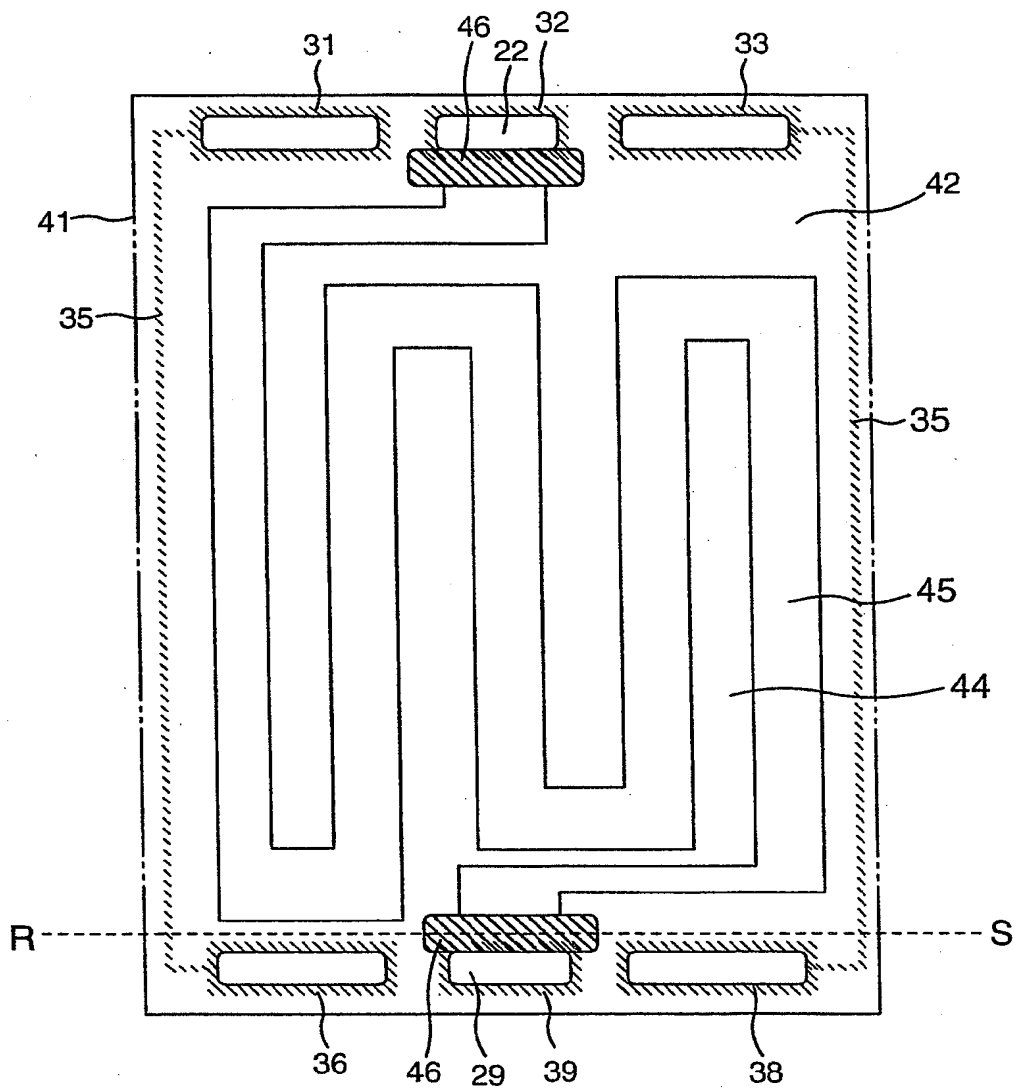


FIG. 6B

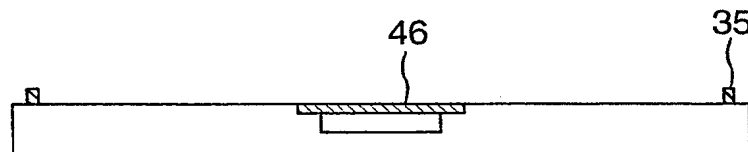


FIG. 7

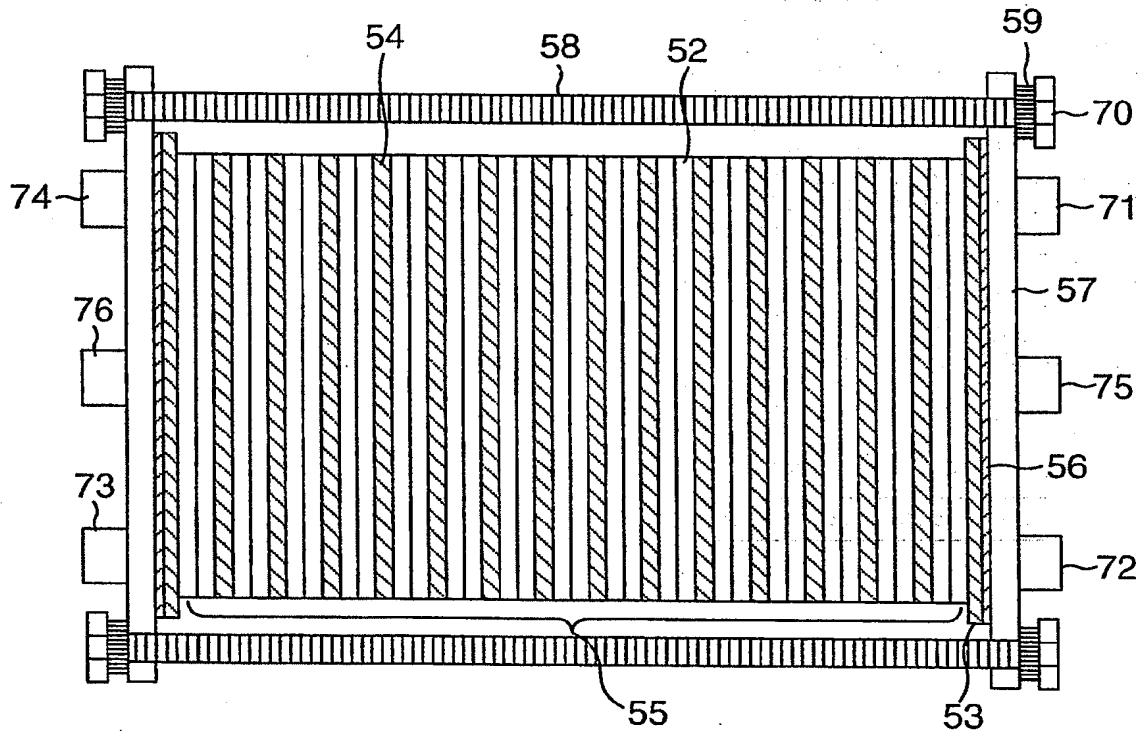


FIG. 8A

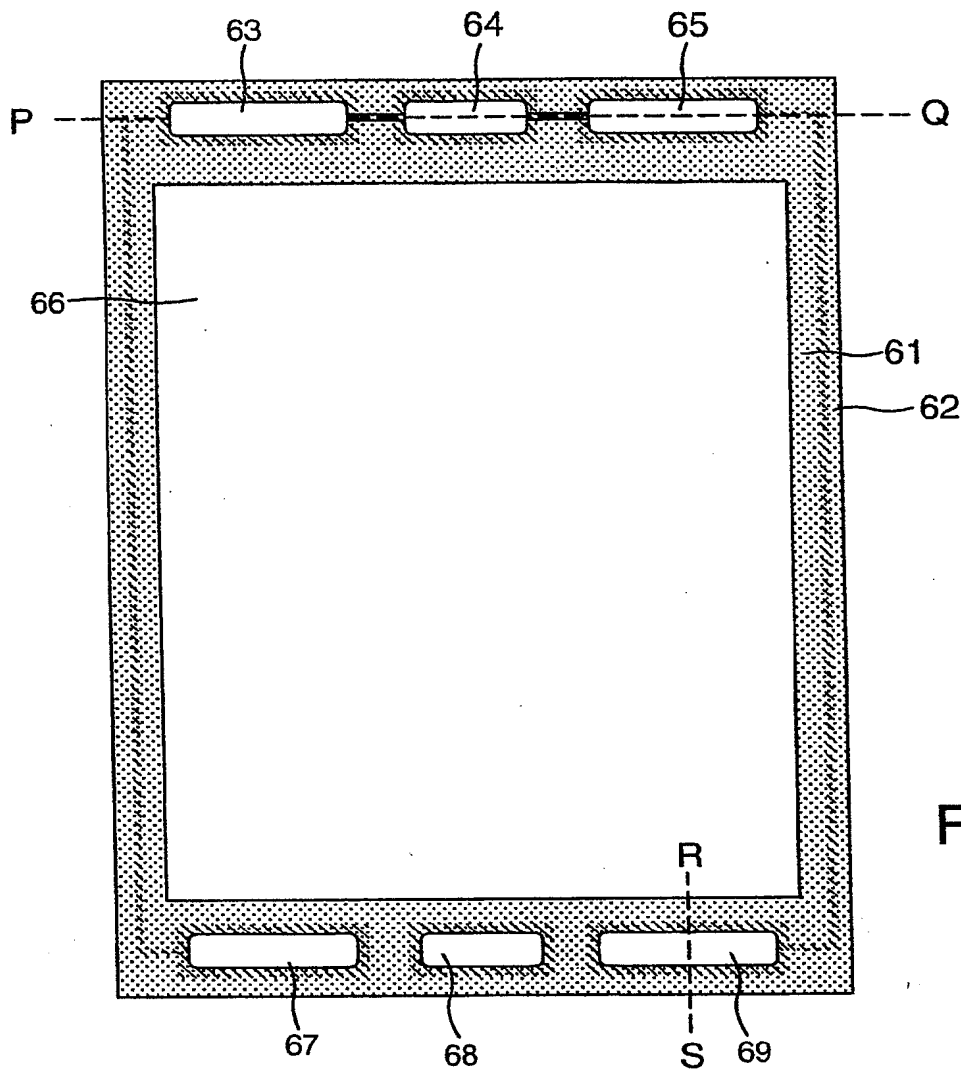


FIG. 8C

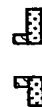


FIG. 8B



FIG. 9A

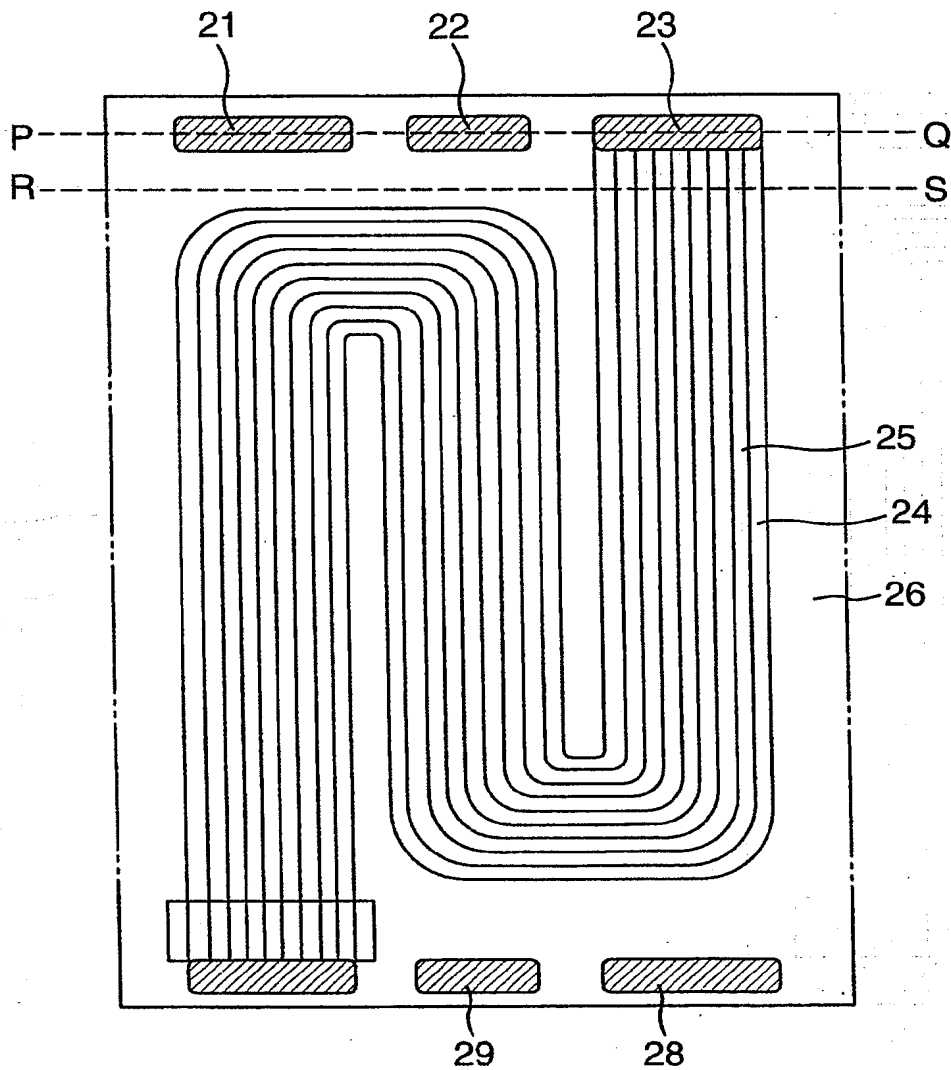


FIG. 9B

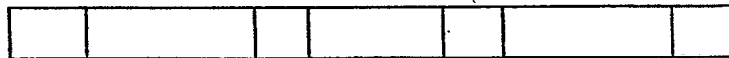


FIG. 9C

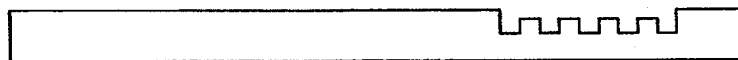


FIG. 10

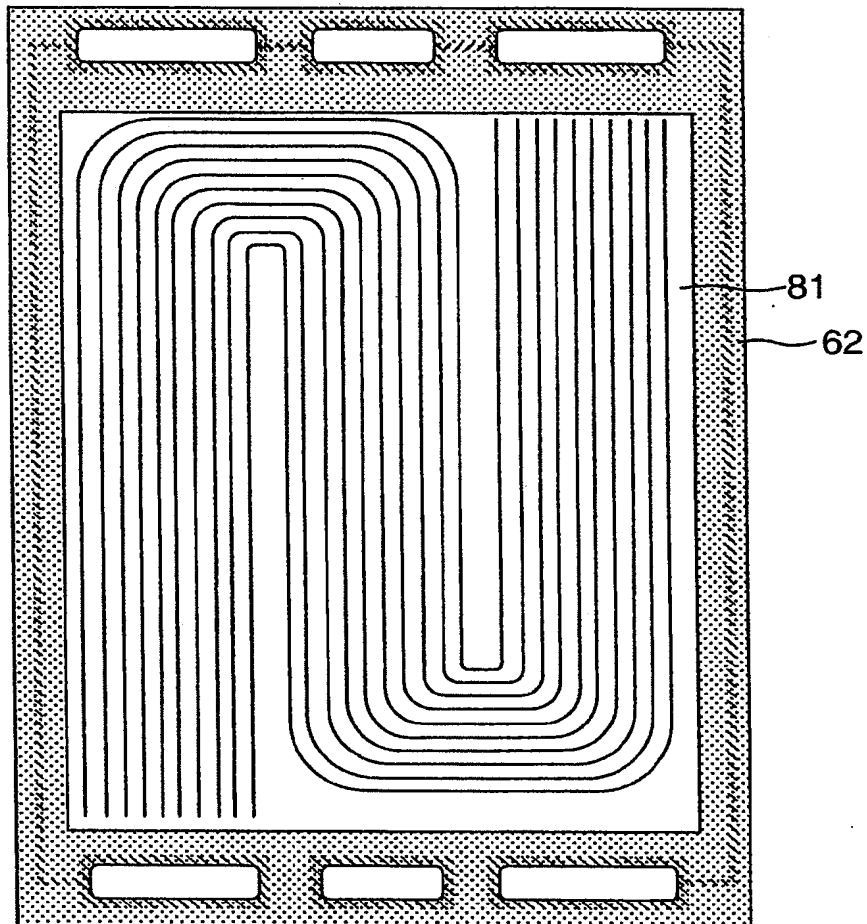


FIG. 11

